

Pirkanmaan ilmanlaadun tila, seuranta ja kehittämistarpeet

Elina Tampio



Pirkanmaan ilmanlaadun tila, seuranta ja kehittämistarpeet

Elina Tampio

Tampere 2009

PIRKANMAAN YMPÄRISTÖKESKUS



PIRKANMAAN
YMPÄRISTÖKESKUS

PIRKANMAAN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 06 | 2009
Pirkanmaan ympäristökeskus
Ympäristönsuojeluosasto

Taitto: Anu Peltonen
Kansikuva(t): Pirjo Ferin-Westerholm

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Juvenes Print Oy, Tampere 2009

ISBN 978-952-11-3603-0 (nid.) tai (sid.)
ISBN 978-952-11-3604-7 (PDF)
ISSN 1796-1793 (pain.)
ISSN 1796-1807 (verkkoj.)

SISÄLLYS

I Johdanto	5
1.1 Pirkanmaa	5
1.2 Päästöjen leviäminen ja tutkimus	6
2 Epäpuhtaudet	9
2.1 Hiukkaset	9
2.2 Otsoni	10
2.3 Typen oksidit	10
2.4 Dityppioksidi	10
2.5 Ammoniakki	11
2.6 Amiinit	11
2.7 Hiilivedyt	12
2.8 Hiilimonoksidi	12
2.9 Rikkidioksidi	13
2.10 Haisevat rikkiyhdisteet	13
3 Lainsäädäntö	14
3.1 Euroopan Unionin ilmansuojelulainsäädäntö	14
3.2 Suomen ilmansuojelulainsäädäntö	15
4 Ilmanlaadun historia ja seuranta Pirkanmaalla	19
4.1 Mittaukset, leviämismallit ja bioindikaattorikartoitukset	19
4.2 Ilmanlaadun tarkkailu Tampereella ja Valkeakoskella	21
4.3 Ilmanlaadusta tiedottaminen	23
5 Päästöt Pirkanmaalla	25
5.1 Liikenne	26
5.1.1 Tieliikenne	26
5.1.2 Rautatieliikenne	30
5.2 Teollisuuden ja energiantuotannon päästöt	34
5.2.1 Rikkidioksidi	34
5.2.2 Typen oksidit	35
5.2.3 Hiukkaset	36
5.2.4 Haisevat rikkiyhdisteet	37
5.2.5 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet	38
5.2.6 Hiilimonoksidi	38
5.2.7 Metallit	39
5.3 Maatalous	39
6 Ilmanlaadun kehittäminen ja innovaatiot Pirkanmaalla	42
6.1 Ongelmakohdat	42
6.1.1 Liikenne	42
6.1.2 Pienpoltto	43
6.1.3 Maatalous ja turvetuotanto	43
6.2 Ilmanlaadun parantamis- ja kehittämis ehdotukset	44

6.2.1 Polttotekniikat ja liikenne	44
6.2.2 Katupöly	46
6.2.3 Pienpoltto	46
6.2.4 Maatalous ja turvetuotanto	47
6.2.5 Alueidenkäyttö.....	48
6.3 Innovaatiot Pirkanmaalla	49
7 Yhteenveto	50
Symboliluettelo	52
Kirjallisuus.....	53
Liitteet.....	58
Kuvailulehdet	66

1 Johdanto

Tämän selvityksen tavoitteena oli kartoittaa Pirkanmaalla 2000 -luvulla esiintyneet päästöt, niiden määrät sekä esittää erilaisia keinoja päästöjen vähentämiseksi. Tutkimuksen taustalla ovat sekä valtioneuvoston energia- ja ilmastostrategia että valtakunnalliset alueidenkäytön tavoitteet. Energia- ja ilmastostrategian tavoitteena on esitellä päästövähennys- sekä energiatehokkuustoimia, joissa tarkastelun kohteena ovat energiankulutus- ja tarve, sähköenergian käyttö ja markkinat sekä ohjauskeinot päästöjen vähentämiseksi. Strategiassa toimia esitetään myös maakunnille sekä kunnille, ja esimerkiksi kuntien toimenpiteet voidaan yhdistää kunnan omaksi ilmastostrategiaksi, johon kuuluvat sekä alueidenkäytön ja liikenteen suunnittelun että energiantuotannon ja jätteenkäsittelyn toiminnot (VN 2008).

Valtakunnalliset alueidenkäytön tavoitteet taas ovat osa maankäyttö- ja rakennuslakia. Tavoitteet ovat suuntaa antavia ohjeita, joilla valtioneuvosto on ilmaissut näkemysensä merkittävistä alueidenkäyttöön liittyvistä kysymyksistä. Ne on luokiteltu kuuteen eri kategoriaan, joita ovat toimiva aluerakenne, eheytyvä yhdyskuntarakenne ja elinympäristön laatu, kulttuuri- ja luonnonperintö, virkistyskäyttö ja luonnonvarat, toimivat yhteysverkot ja energiahuolto, Helsingin seudun erityiskysymykset sekä luonto- ja kulttuuriympäristöinä erityiset aluekokonaisuudet. Ilmanlaatuun, sen terveysvaikutukseen ja päästöihin liittyen eheytyvän yhdyskuntarakenteen ja elinympäristön laadun yleis- ja erityistavoitteissa tarkoituksena on edistää ekologista, sosiaalista, taloudellista ja kulttuurista kestävyyttä. Asuinrakentaminen tulisi suunnata sijoittumaan hyvään elinympäristöön ja ihmisen terveydelle aiheuttavia haittoja on pyrittävä minimoimaan. Tavoitteena on myös vähentää henkilöautoliikennettä lisäämällä joukkoliikennettä, kävelyä ja pyöräilyä sekä suunnata runsasta henkilöautoliikennettä vaativat toiminnot jo olemassa olevaan yhdyskuntarakenteeseen tai joukkoliikenneyhteyksien läheisyyteen. Alueidenkäytössä tulisi myös edistää energian säästöä, uusiutuvien energianlähteiden ja kaukolämmön käyttöä sekä ottaa ilmastonmuutos huomioon (YM 2009).

1.1

Pirkanmaa

Vuonna 2009 Pirkanmaan ympäristökeskuksen alueen kattavaan Pirkanmaan maakuntaan kuului 24 kuntaa. Punkalaitumen kunta liittyi Pirkanmaahan vuonna 2005 ja sen jälkeen kuntaliitoksia on tapahtunut kahdeksan. Vuonna 2007 silloiset Toijala ja Viiala yhdistyivät Akaan kaupungiksi ja Suodenniemi liittyi Vammalan, Luopioinen Pälkäneen ja Viljakkala Ylöjärven kuntaan. Längelmäen kunta jakautui Oriveden ja Jämsän kesken. Vuonna 2009 Kurun kunta liittyi Ylöjärven, Mänttä ja Vilppula muodostivat Mänttä-Vilppulan kaupungin sekä Vammala, Mouhijärvi ja Äetsä muodostivat Sastamalan kaupungin (Pirkanmaan liitto 2009).

Pirkanmaa voidaan jakaa kuuteen seutukuntaan, joita ovat Etelä-Pirkanmaa, Lounais-Pirkanmaa, Luoteis-Pirkanmaa, Ylä-Pirkanmaa, Kaakkois-Pirkanmaa sekä Tampereen seutukunta. Asukasluvultaan ylivoimaisesti suurin seutukunta on Tampereen seutukunta, jossa asukkaita oli vuoden 2008 lopussa 338 642 kpl, josta Tampereen kaupungin asukkaita oli 209 552 kpl. Muita Pirkanmaan yli 20 000 asukkaan

kaupunkeja ovat Kangasala, Pirkkala, Nokia, Valkeakoski ja Ylöjärvi (Tilastokeskus 2009b). Maakunta voidaan jakaa myös maaseutumaisiin, taajaan asuttuihin sekä kaupunkimaisiin kuntiin Tilastokeskuksen (2009a) kuntaryhmituksen mukaan. Jako näihin luokkiin on esitetty taulukossa 1.1.

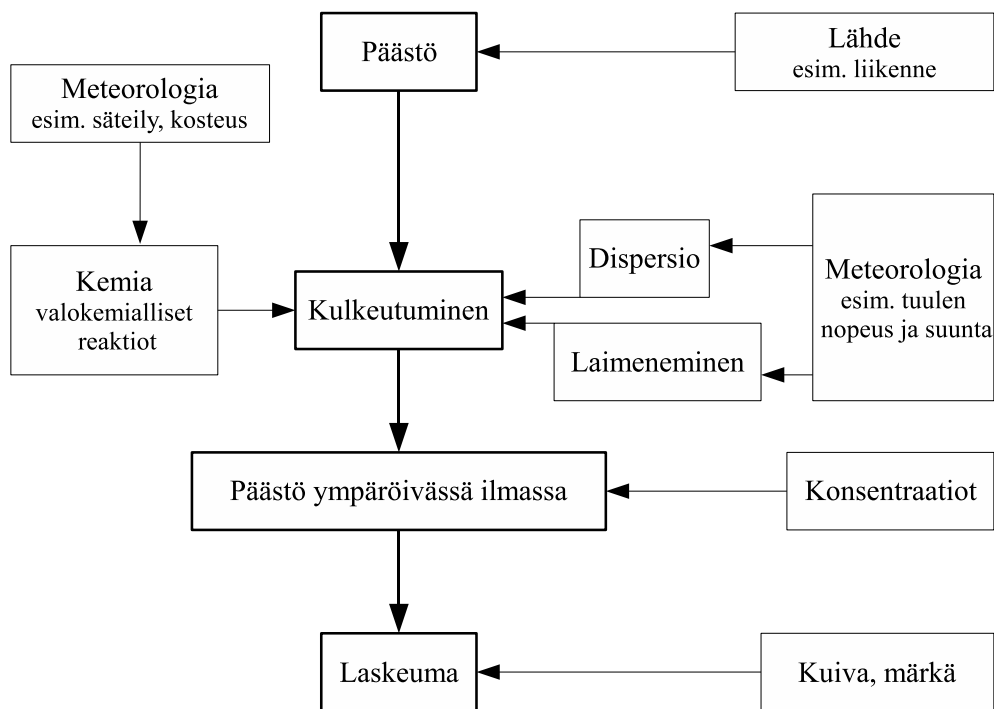
Taulukko 1.1. Pirkanmaan kuntien luokittelu ja jako luokkiin (Tilastokeskus 2009a).

Kaupunkimaiset kunnat	Taajaan asutut kunnat	Maaseutumaiset kunnat
Akaa	Hämeenkyrö	Juupajoki
Kangasala	Ikaalinen	Kihniö
Lempäälä	Mänttä-Vilppula	Kuhmalahti
Nokia	Orivesi	Kylmäkoski
Pirkkala	Parkano	Punkalaidun
Tampere	Sastamala	Pälkäne
Valkeakoski		Ruovesi
Ylöjärvi		Urjala
		Vesilahti
		Virrat

1.2

Päästöjen leviäminen ja tutkimus

Ilman epäpuhtaudet muodostuvat joko primääripäästöinä päästölähteessä tai sekundaaripäästöinä ilmakehässä (de Nevers 1995). Sekä sääilmiöt että päästöt vaikuttavat epäpuhtauksien syntymiseen, minkä vuoksi myös ilmastomuutoksen eteneminen vaikuttaa päästöjen kulkeutumiseen ja ilmanlaatuun (Jacob & Winner 2009). Meteorologian eli ilmatieteen avulla voidaan arvioida ja mallintaa ilman epäpuhtauksien liikkeitä ilmakehässä. Ilmanlaadun kannalta tärkeimpiä päästöjen leviämiseen vaikuttavia meteorologisia sääilmiöitä ovat ilmakehän stabiilius, tuulet, turbulenssi (Elminir 2005) sekä inversio (Davis & Cornwell 1998). Kuvassa 1.1 on esitetty epäpuhtauksiin ilmakehässä vaikuttavat tekijät. Meteorologisten ilmiöiden lisäksi päästöjen vaikutukseen maan pinnalla vaikuttavat myös sen pitoisuus eli konsentraatio ilmakehässä sekä se, tuleeko päästö maahan märkä- vai kuivalaskeumana (Mayer 1999).



Kuva 1.1. Epäpuhtauksien liikkeet ja muokkautuminen ilmakehässä (Mayer 1999, muokattu).

Päästöjen kulkeutumista, laskeumaa ja vaikutuksia voidaan tutkia erilaisilla menetelmillä. Suomessa ilmanlaatua tutkitaan pääosin Ilmatieteen laitoksen, Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) ja eri yliopistojen, mm. Helsingin ja Tampereen teknillisen yliopiston toimesta (Pietarila ym. 2001, Ympäristöhallinto 2009c ja mm. HY 2009, TTY 2009). Ilmanlaadun tutkimukseen kuuluvat erilaiset päästöjen pitoisuuden mitaukset, leviämismallilaskelmat sekä bioindikaattorikartoitukset (Kartasenpää ym. 2004, Pietarila ym. 2001). Ilmanlaatumittauksia suorittavat Ilmatieteen laitos, teollisuus sekä kunnat ja kuntien yhteenliittymät. Kunnat ja teollisuus tekevät mittauksia omalla alueellaan, kun taas Ilmatieteen laitos suorittaa aktiivisia mittauksia koko maassa. Ilmatieteen laitoksen laboratorio on myös vuonna 2001 valittu ilmanlaadun vertailulaboratorioksi, jonka tehtävänä on mm. koordinoida, vertailla ja kehittää kansallista ilmanlaadun mittausta sekä toimittaa ilmanlaadun asiantuntijapalveluja (Anttila ym. 2003).

Ilmanlaadun mallinnuksessa käytetään apuna esimerkiksi leviämismalleja. Leviämismallit ovat matemaattisia malleja, joiden avulla saadaan tietoa epäpuhtauksien konsentraatioista tiettyinä ajanhetkinä tutkituilla alueilla. Malleissa otetaan huomioon tutkittavan alueen meteorologiset tiedot ja myös alueen ilmanlaadun mittaus-tietoja käytetään mallinnuksen apuna (Davis & Cornwell 1998, Vardoulakis 2003). Leviämismalleja on kehitetty eri epäpuhtauksien tutkimiseen erilaisissa olosuhteissa, esimerkiksi liikenteessä, kaupungeissa (Pietarila ym. 2001), maataloudessa (Zhang ym. 2008) ja katukuiluissa (Vardoulakis ym. 2003). Suomessa Ilmatieteen laitos on kehittänyt kaupunkialueen tilaa mallintamaan kaupunkialueen päästöjen leviämismallin (UDM-FMI, Urban Dispersion Modeling system – Finnish Meteorological Institute), jossa tarkastelun kohteena ovat kiinteät piste-, pinta- ja tilavuuslähteet, kuten esimerkiksi teollisuuslaitokset ja energiantuotannon päästöt (Pietarila ym. 2001). Liikenteen päästöjä tarkastelevassa viivalähdemallissa (CAR-FMI, Contaminants in the Air from a Road – Finnish Meteorological Institute) tutkitaan liikkuvien lähteiden, kuten ajoneuvojen päästöjen leviämistä (Karppinen ym. 2000). Muita Suomessa kehitettyjä leviämismalleja ovat esimerkiksi päästöjen alueellinen leviämismalli FRESH

(Karvosenoja 2008), kaukokulkeutumismalli HILATAR (Hongisto 1998, 2003) sekä hiukkaspäästöjen leviämistä arvioiva KOPRA (Kukkonen ym. 2007).

Myös bioindikaattorikartoituksia voidaan käyttää ilmanlaadun tutkimuksessa. Bioindikaattorilla tarkoitetaan eliölajia tai sen populaatiota, jonka avulla voidaan arvioida ja mitata metsäympäristöissä tapahtuvia muutoksia, esimerkiksi laskeumaa ja päästöjä. Ilman epäpuhtauksia kartoitettaessa indikaattorilajeina käytetään useimmiten jäkälää, sammalia ja havupuiden neulasia, mutta myös maaperää ja puiden kaarnaa voidaan käyttää tutkimuksissa (Jussila 1999). Sammalet soveltuvat bioindikaattoreiksi hyvin, koska ne puuttuvan lehtien vahakerroksen (kutikulan) vuoksi absorboivat helposti sadeveden ja ilman mukana olevia raskasmetalleita ja muita epäpuhtauksia. Jäkälät taas koostuvat symbioosissa elävästä levä- ja sieniosakkaasta, eikä jäkälissä sammalten tavoin ole lainkaan kutikulaa (Conti & Cecchetti 2001). Havupuiden neulasiin epäpuhtaudet voivat kulkea joko juuriston tai pintasolukon kautta, mutta suurin osa päästöistä kiinnittyy neulasten pintaan, jolloin sateet voivat vaikuttaa huomattavastikin neulasten pitoisuuksiin. Bioindikaattoreista epäpuhtaudet voidaan analysoida kemiallisten analyysien avulla, mutta esimerkiksi havupuiden kuntoa voidaan arvioida myös silmämääräisesti (Jussila 1999).

2 Epäpuhtaudet

Tarkasteltuja epäpuhtauksia ovat hiukkaset, otsoni, typen oksidit, dityppioksidi, ammoniakki, amiinit, hiilivedyt, hiilimonoksidi, rikkidioksidi sekä haisevat rikkiyhdisteet. Päästöjen ominaisuudet sekä muodostuminen on kuvattu seuraavissa kappaleissa ja terveys-, luonto- sekä kasvihuonevaikutukset liitteessä 1. Liitteen 1 mukaisilla kasvihuonevaikutuksilla tarkoitetaan IPCC:n (Intergovernmental Panel on Climate Change) neljännen raportin mukaisia säteilypakotteita. Pakotteen ollessa positiivinen säteilyn poistuminen maapallolta estyy, jolloin kasvihuoneilmiö voimistuu ja maapallo lämpenee, kun taas pakotteen ollessa negatiivinen säteilyn tulo estyy, jolloin maapallo viilenee (IPCC 2007).

2.1

Hiukkaset

Hiukkaset ovat ilmakehään kulkeutuneita partikkeleita, primäärihiukkasia tai ilmakehässä kaasusta syntyneitä sekundaarihiukkasia, jotka voivat päästä ilmakehään joko luonnollisesti tai ihmisen toiminnan vuoksi. Hiukkaset poistuvat ilmakehästä joko märkä- tai kuivalaskeuman mukana. Hiukkasten kokojakauma vaihtelee muutamista nanometreistä kymmeneen mikrometreihin ja yksittäisenkin hiukkasen koko voi vaihdella kemiallisten reaktioiden, haihtumisen tai esimerkiksi muiden partikkelien kanssa yhdistymisen vuoksi. Ilmansuojelussa tutkimuksen kohteena ovat useimmiten hiukkaskoot PM_{10} ja $PM_{2,5}$, joista esimerkiksi hengitettävillä hiukkasilla PM_{10} tarkoitetaan hiukkasia, joiden aerodynaaminen halkaisija on alle $10\ \mu m$. Aerodynaaminen halkaisija on hiukkasen kanssa samankokoisen kuvitteellisen pallon halkaisija, joskin yksinkertaistetusti aerodynaamisen halkaisijan sijasta käytetään termiä hiukkasen koko. Pienhiukkasilla $PM_{2,5}$ halkaisija on alle $2,5\ \mu m$. Ultrapieniksi hiukkasiksi taas kutsutaan alle $0,1\ \mu m$:n kokoisia $PM_{0,1}$ -partikkeleita (Seinfeld & Pandis 2006, WHO 2006). Kaikkien hiukkaskokojen yhteinen parametri on kokonaisleijuma, TSP (Total Suspended Particulates). Hiukkasten tutkimuksessa tarkkaillaan useimmiten hiukkasten massakonsentraatiota ($\mu g/m^3$), mutta myös konsentraatio ja pinta-ala ovat hiukkasten tärkeitä ominaisuuksia (WHO 2006).

Hiukkasten koostumus ja konsentraatio vaihtelevat suuresti, mikä johtuu hiukkasten erilaisista lähteistä ja niiden sijoittumisesta sekä lyhyestä elinajasta ilmakehässä. Hiukkaset voivat sisältää esimerkiksi vettä, sulfaatteja, hiiliyhdisteitä, ammoniumtyyppiä, nitraatteja, metalleja sekä maanpinnan mineraaleja. Hiukkasten luonnollisia lähteitä ovat maanpinnan rapautumisesta, vulkaanisesta toiminnasta, meriveden roiskeista, biomassan poltosta ja luonnollisten kaasupäästöjen reaktioista syntyvät tuotteet (Seinfeld & Pandis 2006) sekä kasvien siitepöly ja ilman mikrobit (Vallero 2008). Antropogeenisiä lähteitä taas ovat polttoaineiden poltto, teollisuuden prosessit (Seinfeld & Pandis 2006), kuten maalaus ja muu pintakäsittely (Antson ym 2008), liikkuvat lähteet, kuten ajoneuvot, sekä muut hajapäästöjen lähteet. Hajapäästöjen lähteitä ovat esimerkiksi viljelysmaiden tuulesta aiheutuva eroosio, katupöly (Seinfeld & Pandis 2006), renkaiden ja jarrujen kulumisesta aiheutuvat hiukkaset (WHO 2006), turvetuotanto (Tissari ym. 2006) sekä kiviaineksen kaivuu- ja murskaustyöt (Vallero 2008).

Otsoni

Otsoni (O_3) poikkeaa muista ilmakehän epäpuhtauksista siinä, että sitä muodostuu ainoastaan sekundaarisesti muiden yhdisteiden reagoiessa keskenään kemiallisesti. Ilmakehän otsonilla voidaan myös sanoa olevan eräänlainen kaksoisluonne. Yläilmakehässä, stratosfäärissä, otsoni toimii lämpösäteilyä absorboivana elementtinä, mutta alailmakehässä vakavana terveyshaittana. Kuitenkin myös stratosfäärin otsoni aiheuttaa haittoja. Pitoisuuden laskiessa ultraviolettisäteilyn määrä maassa kasvaa aiheuttaen mm. ihosyöpää. Otsonista kuitenkin noin 90 % on yläilmakehässä, vaikkakin ihmistoiminnan seurauksena alailmakehän otsonipitoisuudet ovat nousseet ja yläilmakehän vastaavasti laskeneet. Tässä selvityksessä keskitytään kuitenkin ainoastaan alailmakehän epäpuhtauteen eli troposfäärin otsoniin. Auringonvalo on tärkeä elementti otsonin muodostuksessa ja suurimmat otsonipitoisuudet esiintyvätkin auringonpaisteen aikana. Myös alueilla, joilla vallitsevat korkeat typpimonoksidi-, hiilimonoksidi- ja hiilivetytypitoisuudet sekä voimakas auringonpaiste, otsonipitoisuudet saattavat nousta hyvinkin korkeiksi (Seinfeld & Pandis 2006).

Typen oksidit

Typen oksidit (NO_x) koostuvat typpimonoksidista (NO) ja typpidioksidista (NO_2). Typpimonoksidin pääasiallisena lähteenä ovat ihmisperäiset toiminnot, kuten poltto, liikenne sekä luonnolliset lähteet, kun taas typpidioksidista osa muodostuu polttoprosesseista ja merkittävä osa taas ilmakehän kemiallisten reaktioiden kautta. Liikenteen päästöt perustuvat poltossa syntyviin päästöihin, jotka ovat kuitenkin vähentyneet bensiiniautojen kolmitoimikatalysaattorien tulon myötä (Hansen ym. 1995), kun katalysaattorin periaatteena on pelkistää pakokaasun sisältämät typen oksidit atomaariseksi typeksi ja hapeksi (Limbeck ym. 2007). Bensiini ja dieselajoneuvojen lisäksi lentoliikenne on hyvin ongelmallinen liikennemuoto NO_x -ien tuoton kannalta. Lentokoneet vapauttavat huomattavia määriä typen oksideja ylempään troposfääriin sekä alempaan stratosfääriin, jossa ne välittömästi vaikuttavat otsonin muodostumiseen (Schumann 1997).

Luonnollisena NO:n lähteenä toimivat maaperässä tapahtuvat nitrifikaatio ja denitrifikaatioprosessit. Pääasiallisena lähteenä näistä kahdesta kuitenkin toimii nitrifikaatio, jossa typpimonoksidia muodostuu prosessin välituotteena. Nitrifikaatio ja denitrifikaatioprosesseissa muodostuu myös dityppioksidia (N_2O) (Koponen ym. 2006), jonka ominaisuuksia on käsitelty enemmän kappaleessa 2.4. NO:n muodostuminen on hyvin riippuvainen ravinteiden, kuten ammonium- sekä nitraattitypen määrästä maaperässä (Koponen ym. 2006), minkä vuoksi lannoitteiden, kuten urean lisäksi nostaa maaperän typpioksidin tuotantoa (Maljanen ym. 2007).

Dityppioksidi

Dityppioksidi eli typpioksiduuli (N_2O) on kaasumainen lähes kokonaan luonnollisista prosesseissa syntyvä yhdiste, jonka vaikutus kasvihuonekaasuna on merkittävä. Dityppioksidia kutsutaan myös nimellä ilokaasu ja sitä käytetään esimerkiksi nukutusaineena. N_2O :n suurimpina lähteinä pidetään meriä sekä trooppisten alueiden maaperää (Seinfeld & Pandis 2006), mutta tutkimusten mukaan myös muilla alueilla maaperä tuottaa typpioksiduulia (esim. Horváth ym. 2006, Maljanen 2007).

Dityppioksidin tuotanto perustuu maaperän mikrobien denitrifiointikykyyn, jolloin mikrobit muuntavat maaperän muita typpipitoisia yhdisteitä, esimerkiksi ammoniakkia ja nitraattia, atomaariseksi typeksi sekä dityppioksidiksi (Horváth ym. 2006). Antropogeenisiä dityppioksidin lähteitä ovat esimerkiksi polttoprosessit, liikenne sekä teollisuus. Poltossa N_2O -päästöt riippuvat polttotavasta, polttoaineesta sekä laitoksen tyypistä (Tsupari ym. 2006). Liikenteessä dityppioksidia muodostuu ajoneuvojen katalysaattoreissa. N_2O syntyy sekä ammoniakkin hapettuessa että typpimonoksidin pelkistyessä katalyytin avulla, joskin NO :n pelkistymisen aiheuttama muodostuminen on runsaampaa (Takigawa ym. 2005). Teollisuudessa dityppioksidia taas muodostuu erilaisissa tyypeä käyttävissä laitoksissa, kuten typpihapon sekä lannoitteiden valmistukseen erikoistuneissa teollisuudessa (Ramírez 2007). Myös esimerkiksi jäteveden käsittelylaitoksista vapautuu ilmaan N_2O :a, johtuen laitoksilla käytettävästä nitrifikaatio-denitrifikaatio -prosesseista (Mao ym. 2006b).

2.5

Ammoniakki

Ammoniakki (NH_3) on yksi typen kaasumaisista muodoista, jota kemikaalina käytetään lannoitteiden ja muiden typpipitoisten yhdisteiden, kuten typpihapon ja muovien valmistuksessa, jäähdytysaineen sekä muissa teollisuuden prosesseissa (OVA 2009). Ilmaan typpiyhdisteitä vapautuu suurimmaksi osaksi maatalouseläinten jätteen sekä maaperän ja kasvien hajoamisesta haihtuvista päästöistä, lannoitteiden aiheuttamista sekä teollisuuden päästöistä. Suurin osa ammoniakkipäästöistä on siis antropogeenistä alkuperää ja luonnollisia ammoniakkin lähteitä ovat lähinnä meret, luonnontilainen maaperä sekä villieläinten päästöt ja joltain osin myös biomassan poltto (Seinfeld & Pandis).

Kotieläinten jätteistä peräisin olevat ammoniakkipäästöt johtuvat eläinten virtsan ja ulosteen sisältämän ammoniakkin nopeasta haihtumisesta ilmaan. Haihtuminen, sen nopeus ja määrä, on kuitenkin riippuvainen niin eläinlajista, lannan ominaisuuksista, käsittelytavoista, ulkoisista olosuhteista, kuten lämpötilasta ja kosteudesta sekä jätteen vastaanottavan maaperän ominaisuuksista (Grönroos ym. 1998). Maaperän ja kasvillisuuden aiheuttamat päästöt taas johtuvat mikrobien hajotustoiminnasta ja päästöjen määrä on hyvin riippuvainen lämpötilasta sekä maaperän pH:sta. Maaperään ja varsinkin maatalouden käyttämille maa-aloille lisätyt lannoitteet aiheuttavat ammoniakkipäästöjä, kun lannoitteen sisältämä ammoniakki haihtuu ilmaan. Lannoitetyypeistä varsinkin urea on helposti haihtuvaa (Vallero 2008).

2.6

Amiinit

Amiinit voidaan lukea Zhangin ym. (2008) mukaan kuuluviksi haihtuviin orgaanisiin yhdisteisiin (VOC). Tässä selvityksessä amiinit käsitellään yhdessä muiden typpiyhdisteiden kanssa. Amiineja muodostuu luonnollisesti biologisessa hajoamisprosessissa, kun hajoava aine sisältää esimerkiksi proteiineja, aminohappoja tai muita typpipitoisia yhdisteitä (Sacher ym. 1997). Antropogeenisiä lähteitä on useita riippuen amiinien molekyyli muodosta. Esimerkiksi trimetyyliamiinia voidaan käyttää kemianteollisuudessa kasvinsuojeluaineiden, desinfektioaineiden sekä muovien ja erilaisten reagenssien valmistukseen (OVA 2009) ja myös poltosta aiheutuu jonkin verran amiinipitoisia päästöjä (Lemieux ym. 2004). Amiineja muodostuu kuitenkin myös ammoniakkin kanssa samanlaisissa prosesseissa, kuten maataloudessa (Zhang ym. 2008) sekä jätteen ja jäteveden käsittelyssä (Mao ym. 2006a).

Hiilivedyt

Hiilivedyt (HC) ovat orgaanisia hiiltä ja vetyä sisältäviä yhdisteitä, jotka voivat myös sisältää esimerkiksi happea, rikkiä, typpeä tai muita alkuaineita (Seinfeld & Pandis 2006). Hiilivetyjä muodostuu ihmisperäisen toiminnan seurauksena poltossa (Lemieux ym. 2004), mutta niitä voi syntyä myös luonnollisesti kasvien metabolian tuloksena (Räisänen 2008) sekä luonnollisesta biomassan poltosta, jonka päästöt ovat kuitenkin antropogeenisiä päästöjä huomattavasti pienempiä (Lemieux ym. 2004). Liikenne on hiilivetyjen päästölähteistä ehkä merkittävin johtuen polttoaineen sisältämistä ja siitä vapautuvista hiilivetypäästöistä (Hansen 1995).

Hiilivetyjä luokitellaan usein eri tavoin, niiden ominaisuuksien tai kemiallisen rakenteen mukaan. Tällaisia hiilivetyjä ovat esimerkiksi haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC, Volatile Organic Compounds). Haihtuvien hiiliyhdisteiden ohella käytetään myös termiä NMVOC (Non-Methane Volatile Organic Compounds) eli haihtuvat hiilivedyt, joihin ei lueta kuuluvaksi metaania. Metaani poikkeaa muista haihtuvista orgaanisista yhdisteistä voimakkaan kasvihuonepotentiaalinsa vuoksi (Seinfeld & Pandis 2006). VOC ja NMVOC -päästöjä syntyy muiden hiilivetyjen tapaan poltossa (Johansson ym. 2004) ja esimerkiksi puuta poltettaessa saattavat taajamien bentseenipitoisuudet nousta hyvinkin korkeiksi (Hellén ym. 2008).

PAH-yhdisteet (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) eli polysykliset aromaattiset hiilivedyt ovat toinen hiilivetyjen ryhmä. Ilmanlaatuun vaikuttavia PAH-yhdisteitä on tunnistettu noin sata ja rakenteesta riippuen ne voivat olla haitallisimmillaan, joko kaasu- tai hiukkasmuodossa. PAH:t muodostuvat pääosin epätäydellisessä palamisessa, kun polttoaineena on esimerkiksi puu, hiili, öljy tai bensiini. Tämän vuoksi antropogeenisiä PAH:n lähteitä ovat muiden hiilivetyjen tavoin mm. energiantuotanto, pienpoltto, liikenne sekä teollisuuden prosessit (Seinfeld & Pandis 2006). Liikenteen polttoprosessien lisäksi PAH-yhdisteitä vapautuu ilmakehään myös katupölyn kautta, jonka partikkelirakenteeseen päästöt kiinnittyvät (Bari ym. 2008). Puun pienpoltto kotitalouksissa on hyvin merkittävä PAH-päästöjen lähde ja konsentraatiot taajama-alueilla voivat nousta korkeiksi (Hellén ym. 2008).

Kolmas ryhmä ovat BVOC-yhdisteet (Biogenic Volatile Organic Compounds) eli biologisesti muodostuneet haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Ne ovat peräisin kasvilisuudesta, josta varsinkin puut tuottavat laajasta riippuen erilaisia BVOC-yhdisteitä (Janson & de Serves 2001). Myös soiden on tutkittu tuottavan VOC-yhdisteitä (Rinnan ym. 2005). Atkinsonin (2000) mukaan BVOC-yhdisteet ovat antropogeenisesti muodostuneita yhdisteitä helpommin ilmakehässä reagoivia, mikä tekee näistä yhdisteistä myös kasvihuoneilmiön kannalta ongelmallisia.

Hiilimonoksidi

Hiilimonoksidia eli häkää (CO) muodostuu yleensä epätäydellisen palamisen seurauksena, kun hiili ei hapetu täydellisesti. Tällöin hiilimonoksidipäästöjen lähteitä ovat polttoaineiden poltto, liikenne ja myös teolliset prosessit (Davis & Cornwell 1998). Epätäydellinen palaminen ei kuitenkaan välttämättä johdu liian vähäisestä hapensaannista, vaan myös liika ilma voi jäähdyttää polttoainetta ja saada aikaan hiilimonoksidipäästöjä (Johansson ym. 2004). Palamiseen vaikuttaa ilman lisäksi oleellisesti myös palamisen lämpötila, mikä kaasumaisten päästöjen ohella vähentää myös hiukkaspäästöjä (Lemieux ym. 2004). Luonnollisesti hiilimonoksidia muodostuu biomassan poltossa (Davis & Cornwell 1998), merissä (Stubbins ym. 2006) sekä kasvien ja maaperän hajoamistoiminnan kautta (Davis & Cornwell 1998).

Rikkidioksidi

Rikkidioksidia (SO_2) muodostuu pääosin antropogeenisesti rikkipitoisten fossiilisten polttoaineiden poltosta sekä liikenteestä, mutta myöskään biopolttoaineet eivät ole täysin rikittömiä (Gaffney & Marley 2009). Rikkidioksidia vapautuu ilmaan myös rikkiä käyttävästä teollisuudesta (Smith ym. 2000) sekä malmien louhinnasta (Valtero 2008). Biomassan poltosta (Lewtas 2007), vulkaanisesta toiminnasta (Bhugwant ym. 2009) ja sulfaattipitoisista maista (Macdonald ym. 2003) aiheutuvat luonnolliset päästöt taas ovat huomattavasti ihmisperäisiä pienempiä. Rikkidioksidia muodostuu myös sekundaarisesti ilmakehässä esimerkiksi rikkivedystä ja muista rikkipitoisista yhdisteistä (Seinfeld & Pandis 2006).

Haisevat rikkiyhdisteet

Haiseviin rikkiyhdisteisiin (TRS, Total Reduced Sulphur) kuuluvat rikkiä sisältävät yhdisteet, kuten rikkivety (H_2S), metyylimerkaptani (CH_3SH), dimetyylisulfidi (CH_3SCH_3) ja dimetyydisulfidi (CH_3SSCH_3). Yhdisteet haisevat voimakkaasti jo pienissä pitoisuuksissa, mikä tekee niistä varsinkin viihtyisyydelle erittäin haitallisia (taulukko 2) (Bordado & Gomes 1998). Rikkiyhdisteiden luonnollisia lähteitä ovat maaperän ja kasvien toiminta, vulkaaninen toiminta sekä suot ja kosteikot. Dimetyylisulfidin merkittävimpana luonnollisena lähteenä ovat valtameret, joissa sitä tuottaa kasviplankton. Antropogeenisia rikkiyhdisteiden lähteitä taas ovat fossiilisten polttoaineiden käyttö (Seinfeld & Pandis 2006), eri teollisuuden alat, kuten paperi- ja selluteollisuus (Bordado & Gomes 1998, Haahtela ym. 1992) sekä jätteiden ja jätevesien käsittely ja rikkivedyn osalta myös liikenne (Kourtidis ym. 2008).

Taulukko 2.1. Haisevien rikkiyhdisteiden sekä rikkidioksidin (SO_2) hajukynnykset Bordadon & Gomesin (1998) mukaan. Rikkivety (H_2S), metyylimerkaptani (CH_3SH), dimetyylisulfidi (CH_3SCH_3) ja dimetyydisulfidi (CH_3SSCH_3).

Yhdiste	Hajun havaintokynnys	
	(ppm)	(mg/m^3)
SO_2	1,0 - 5,0	2,5 - 12,5
H_2S	0,0009 - 0,0085	0,0013 - 0,0119
CH_3SH	0,0006 - 0,040	0,0012 - 0,08
CH_3SCH_3	0,0001 - 0,0036	0,00025 - 0,009
CH_3SSCH_3	0,0001	0,00038

3 Lainsäädäntö

3.1

Euroopan Unionin ilmansuojelulainsäädäntö

Euroopan Unionin (EU) lainsäädäntö pitää sisällään direktiivejä, asetuksia ja päätöksiä. Direktiivit ovat velvoittavia, joten jäsenvaltioiden on otettava ne osaksi omaa lainsäädäntöään, mutta niiden toteuttamistavasta jäsenvaltiot päättävät itse. EU:n säätämät asetukset taas ovat sitovaa lainsäädäntöä, jota jäsenmaissa sovelletaan suoraan. Päätökset poikkeavat asetuksista ja direktiiveistä siinä, että ne ovat yksittäisiä tapauksia koskevia, mutta kuitenkin sitovia säädöksiä (UM 2006). EU:n rooli ilman-suojelussa on ilmanlaatua parantavien ja ylläpitävien keinojen kehittäminen ja hyväksyminen. Tällaisia keinoja ovat päästöjen vähentäminen ja polttoaineiden laadun parantaminen, mutta EU:n tavoitteena on myös ottaa ilman- ja ympäristönsuojelu huomioon liikenteen ja energiantuotannon päätöksissä. Tällä hetkellä Euroopan komission toimintaohjelma CAFE (Clean Air for Europe) kerää tietoa ilmansuojelutoimien suunnittelua ja toteutusta varten. Ohjelman toimeenpanemiseksi EU on laatinut lainsäädäntöehdotuksia, esimerkiksi ehdotuksen ilmanlaatudirektiiviksi 2008/50/EY (YM 2009).

Ilmanlaatudirektiivin säädökset on Suomessa sisällytettävä lainsäädäntöön kesään 2010 mennessä. Todennäköisesti nykyisen ilmanlaatuasetuksen (VNA 711/2001) raja-arvot ja otsonin tavoitearvot pysyvät ennallaan ja ainoastaan seuranta koskeviin laadunvarmennuksen täsmennyksiin on tulossa muutoksia (Lahtinen 2009). Myös ajoneuvoille on asetettu päästörajoituksia asetuksen 2007/715/EY mukaan. Asetus koskee moottoriajoneuvojen tyyppihyväksyntää kevyiden henkilö- ja hyötyajoneuvojen päästöjen (Euro 5 ja Euro 6) osalta ja ajoneuvojen korjaamiseen ja huoltamiseen tarvittavien tietojen saatavuutta. Asetuksessa on moottoriajoneuvoille ja niiden varaosille laadittu standardit tieliikenteen aiheuttaman ilmanlaadun huononemisen estämiseksi. Standardeista Euro 5 tulee voimaan syyskuussa 2009 ja Euro 6 vuoden 2014 syyskuussa. Raskaiden ajoneuvojen, kuten kuorma- ja linja-autojen osalta Euro IV -standardi tuli voimaan lokakuussa 2005 ja Euro V -standardi vuoden 2008 lokakuussa. Uusista Euro VI -standardeista on tätä kirjoitettaessa tullut myöntävä päätös Euroopan neuvoston ensimmäisessä käsittelyssä, mutta päästörajoja ei ole vielä julkaistu EUVL:ssä (Euroopan Unionin virallinen lehti) (PreLex 2009). Euroopan yhteisöjen komission ehdotuksen (KOM(2007) 851) lopull. mukaan uudet standardit tulevat voimaan vuoden 2013 huhtikuussa.

Euro VI standardin lisäksi EU:ssa on valmisteilla direktiivi huoltoasemien bensiinihöyryjen talteenottamiseksi. Tämän raportin kirjoittamisen aikaan Euroopan parlamentti on jo hyväksynyt komission direktiiviehdotuksen (KOM(2008) 812 lopull.) ja Euroopan talous- ja sosiaalikomitea on antanut asiasta lausunnon, mutta direktiivin toimeenpano odottaa vielä neuvoston päätöstä (PreLex 2009). Bensiinihöyryjen talteenottodirektiivi on jatkoa direktiiville bensiinin varastoinnista ja sen jakelusta varastoalueilta huoltoasemille aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) päästöjen torjunnasta (94/63/EY), joka sisälsi bensiinihöyryjen talteenoton vaiheen 1. Tämä direktiivi on Suomessa pantu täytäntöön mm. valtioneuvoston päätöksellä 468/1996 bensiinin varastoinnista ja jakelusta aiheutuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta.

Suomen ilmansuojelulainsäädäntö

Ympäristönsuojelulaki on Suomen ympäristölainsäädännön keskeinen säädös. Ilmansuojelun osalta ympäristönsuojelulakia edelsivät ilmansuojelulaki (67/1982) ja ilmansuojeluasetus (716/1982) vuodelta 1982. Ilmansuojelulain kumoutuessa vuonna 2000 pääosa ilmanlaatua koskevista vaatimuksista kuitenkin siirtyi osaksi ympäristönsuojelulakia ja säilyi näin ennallaan (YSL 86/2000).

Ympäristönsuojelulain tavoitteena on ehkäistä ympäristön pilaantumista, poistaa ja vähentää pilaantumisesta aiheutuvia haittoja sekä ehkäistä jätteen syntyä ja sen haitallisia vaikutuksia. Tavoitteena on myös turvata terveellinen elinympäristö, joka on niin viihtyisä kuin kestävä ja monimuotoinen. Laki myös pyrkii tehostamaan niiden toimintojen arviointia, joilla on ympäristölle haitallisia vaikutuksia ja parantaa kansalaisten vaikutusmahdollisuuksia päätöksenteossa. Myös luonnonvarojen kestävä käyttö sekä ilmastonmuutoksen torjuminen ja kestävä kehityksen tukeminen on ympäristönsuojelulaissa keskeistä. Ilmansuojelun kannalta tärkeimpiä tavoitteita ovat pilaantumisen ehkäiseminen sekä terveellisen ja viihtyisän elinympäristön turvaaminen. Ympäristönsuojelulaissa säädetään myös valtioneuvoston oikeudesta antaa asetuksella säännöksiä pilaantumisen vähentämiseksi ja ehkäisemiseksi (YSL 86/2000). Ympäristönsuojelulain säätämistä ympäristöluvista ja -menettelyistä annetaan tarkempia määräyksiä ympäristönsuojeluasetuksessa. Asetuksessa säädetään tarkemmin mm. ympäristöluvan tarvitsevista toiminnoista, lupaviranomaisten toimivallasta sekä muista lupamenettelyn vaiheista (VNA 169/2000).

Ilmanlaadun ja ilmansuojelun kannalta keskeisimpiä asetuksia ovat ilmanlaatuasetus, päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista, asetus alailmakehän otsonista sekä asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä eli ns. metalliasetus. Ilmanlaatuasetuksen tavoitteena on ehkäistä ympäristön pilaantumista asettamalla epäpuhtauksille raja-arvoja. Asetuksessa määritellään myös ajankohdat joihin mennessä epäpuhtauksien pitoisuuksien on alitettava raja-arvot. Lisäksi tavoitteena on pitää ilmanlaatu mahdollisimman hyvänä myös niillä alueilla, joilla raja-arvot eivät ole ylittyneet (VNA 711/2001).

Ilmanlaatuasetuksessa on asetettu terveyshaittojen ehkäisemiseksi raja-arvot rikkidioksidille, typpidioksidille, hiukkasille (PM_{10}), lyijylle, hiilimonoksidille sekä bentseenille (taulukko 3.1). Myös kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi on asetuksessa määrätty raja-arvot (taulukko 3.2) (VNA 711/2001). Taulukossa 3.1 on otettu huomioon myös pienhiukkaset ($PM_{2,5}$) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2008/50/EY mukaisesti.

Taulukko 3.1. Ilmanlaatuasetuksen mukaiset ilman epäpuhtauksien raja-arvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi (VNA711/2001) ja direktiivin 2008/50/EY mukainen pienhiukkasten raja-arvo.

Yhdiste	Aika	Raja-arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sallitut ylitykset kalenterivuodessa	Saavutettava viimeistään
Rikkidioksidi	tunti	350	24	1.1.2005
	vuorokausi	125	3	1.1.2005
Typpidioksidi	tunti	200	18	1.1.2010
	kalenterivuosi	40		1.1.2010
Hiukkaset	vuorokausi	50*	35	1.1.2005
	vuosi	40*		1.1.2005
Lyijy	vuosi	0,5*		15.8.2001
Hiilimonoksidi	8 tuntia	10 000		1.1.2005
Bentseeni	vuosi	5		1.1.2010
Pienhiukkaset	vuosi	25**		1.1.2015

* tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa

** 11.6.2008 voimaan tulleen direktiivin ohjeellinen raja-arvo

Taulukko 3.2. Ilmanlaatuasetuksen mukaiset raja-arvot kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi (VNA 711/2001).

Yhdiste	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Saavutettava viimeistään
Rikkidioksidi	kalenterivuosi ja talviaika*	20	15.8.2008
Typen oksidit	kalenterivuosi	30	15.8.2001

* Talviaika 1.10. - 31.3.

Ilmanlaatuasetuksessa säädetään myös esimerkiksi ilmanlaadun seurannasta ja sen järjestämisestä. Seurannan osalta asetuksessa määrätään tehtäviä sekä kunnille että alueellisille ympäristökeskuksille. Kunnat vastaavat seurannan toteutumisesta ja alueelliset ympäristökeskukset valvonnasta. Ilmanlaadun seuranta-alueiksi (14 kpl) säädetään alueellisten ympäristökeskusten alueet sekä YTV:n alue pääkaupunkiseudulla. Bentseenin seuranta alueiksi asetuksessa taas säädetään Etelä-Suomi, Pohjois-Suomi sekä pääkaupunkiseutu. Seurannan toteutumista säädelään asetuksen määrittelemien arviointikynnysten mukaan. Ylemmän arviointikynnyksen ylittävillä alueilla seuranta tulee järjestää ilmanlaadun mittauksin, kun taas alemman arviointikynnyksen alittavilla alueilla seurannan sijasta esimerkiksi päästökartoitukset ovat riittäviä. Arviointikynnysten väliin jäävillä alueilla seuranta voidaan toteuttaa sekä suuntaa-antavilla mittauksilla että muilla menetelmillä. Arviointikynnykset on esitetty asetuksen liitteessä (VNA 711/2001).

Valtioneuvoston päätöksessä ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista tavoitteena on ehkäistä ilman epäpuhtauksien aiheuttamia terveyshaittoja. Tarkoituksena on ottaa ohjearvot huomioon maankäytön ja liikenteen suunnittelussa, rakentamisen suunnittelussa ja lupakäsittelyissä. Valtioneuvosto on asettanut taulukon 3.3 mukaiset ohjearvot, joiden ylittämistä on pyrittävä estämään ennakolta.

Asetus myös määrittelee rikkilaskeuman tavoitearvoksi 0,3 g/m³, jonka tavoitteena on järvi- ja metsäekosysteemeissä tapahtuvien vaikutusten ehkäiseminen (VNp 480/1996).

Taulukko 3.3. Valtioneuvoston päätöksen mukaiset ilmanlaadun ohjearvot (VNp 480/1996).

Aine	Ohjearvo µg/m ³ (20 °C, 1 atm)	Tilastollinen määrittely
Hiilimonoksidi	20 000 8 000	tuntiarvo tuntiarvojen liukuva 8 tunnin keskiarvo
Typidioksidi	150 70	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste* kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Rikkidioksidi	250 80	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste* kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Hiukkaset, kokonaisleijuma	120 50	kuukauden tuntiarvojen 98. prosenttipiste* vuosikeskiarvo
Hengitettävät hiukkaset	70	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Haisevien rikkiyhdisteiden kokonaismäärä	10	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo, ilmoitetaan rikkinä

* Aineiston q. prosenttipiste on se pitoisuusarvo, jota pienempiä pitoisuusarvoja aineistossa on q %

Valtioneuvoston asetuksessa arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä sekä polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä on tavoitteena on vahvistaa tavoitearvot näille yhdisteille ympäristön pilaantumisen ja terveyshaittojen estämiseksi (VNA 164/2007). Asetuksen määrittelemät tavoitearvot on esitetty taulukossa 3.4.

Taulukko 3.4. Arseenin, kadmiumin, nikkelin sekä bentso(a)pyreenin tavoitearvot valtioneuvoston asetuksen mukaan (VNA 164/2007).

Epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika	Tavoitearvo vuodelle 2013 (ng/m ³)*
Arseeni	Kalenterivuosi	6
Kadmium	Kalenterivuosi	5
Nikkeli	Kalenterivuosi	20
Bentso(a)pyreeni**	Kalenterivuosi	1

*Pitoisuus määritetään hengitettävien hiukkasten massapitoisuudesta kalenterivuoden keskiarvona, tulokset ilmoitetaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa

** Bentso(a)pyreeni on polysyklinen aromaattinen yhdiste, jota käytetään näiden yhdisteiden syöpävaarallisuuden merkkiaineena

Alailmakehän otsoniasetuksen tavoitteena on tavoitearvojen sekä pitkän ajan tavoitteiden avulla ehkäistä otsonin aiheuttamia ympäristö-, kasvillisuus ja terveyshaittoja. Tavoitearvot on asetettu vuodelle 2010 (taulukko 3.5). Asetuksessa otsonin tiedotuskynnykseksi on määritelty 180 µg/m³ (293K, 101,3 kPa) ja varoituskynnykseksi 240 µg/m³ (293K, 101,3 kPa) (VNA 783/2003).

Taulukko 3.5. Alailmakehän otsonin tavoite- ja pitkän ajan tavoitearvot valtionneuvoston asetuksen mukaan (VNA 783/2003).

Aine	Tilastollinen määrittely	Tavoitearvo vuodelle 2010	Pitkän ajan tavoite
Otsoni	Korkein päivittäinen 8h keskiarvo*	120 µg/m ³ (enintään 25 ylitystä kolmen vuoden aikana)	120 µg/m ³ (ei ylityksiä)
	AOT40**, joka lasketaan 1.5. - 31.7. ajan tunti-arvoista	18 000 µg/m ³ h (viiden vuoden keskiarvona)	6000 µg/m ³ h

* Vuorokauden korkein 8 tunnin keskiarvo, joka valitaan tarkastelemalla 8 tunnin liukuvia keskiarvoja, kukin 8 tunnin jakso osoitetaan sille päivälle, jona jakso päättyy

** AOT 40 tarkoittaa otsonin kuormitusta, joka ilmaistaan 80 µg/m³ (= 40 ppb) ylittävien otsonin tuntipitoisuuksien ja 80 µg/m³ erotuksen kumulatiivisena summana laskettuna päivittäisistä tunti-arvoista

Muita ilmansuojeluun liittyviä asetuksia ovat esimerkiksi asetus orgaanisten liuottimien käytöstä ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta eräissä toiminnoissa ja laitoksissa (VNA 435/2001) sekä maaleissa, lakoissa ja ajoneuvojen korjausmaalaustuotteissa (VNA 837/2005). Yli 50 MW polttolaitosten ja kaasuturbiinien rikki-, typpi- ja hiukkaspäästöjä säädellään vuonna 2002 valmistuneella asetuksella (VNA 1017/2002). Polttomoottoreiden pakokaasupäästöjen samoin kuin moottorikäyttöisten ajoneuvojen joutokäynnin rajoittamista on myös säädelty asetuksilla (VNA 844/2004, VNA 1266/2002).

Polttoaineisiin liittyen asetuksia on laadittu koskemaan öljyjätehuoltoa (VNp 101/1997), polttoaineiden varastointia ja jakelua (VNp 468/1996), kivihiilen rikkipitoisuutta (VNp 888/1987) sekä meriliikenteessä käytettävien polttoöljyjen rikkipitoisuuksia (VNA 689/2006). Moottoribensiinin sekä dieselöljyn laatuvaatimuksista on myös säädelty asetuksella (VNA 1271/2000). Vuonna 2003 tuli voimaan asetus jätteenpoltosta, jossa on annettu määräyksiä mm. ilmaan johdettavien päästöjen mittauksista (VNA 362/2003).

4 Ilmanlaadun historia ja seuranta Pirkanmaalla

4.1

Mittaukset, leviämismallit ja bioindikaattorikartoitukset

Pirkanmaan eri kunnissa on vuosien saatossa tehty joko kunnan tai teollisuuden toimesta erilaisia tutkimuksia bioindikaattorikartoituksista leviämismalleihin ja ilmanlaadun mittaustarvetta selvittäviin esi- ja perusselvityksiin. Tässä tutkimuksessa tavoitteena oli kartoittaa Pirkanmaalla tehtyjä ilmanlaatuun liittyviä tutkimuksia sekä uusien tutkimusten tarvetta. Tiedot tehdyistä selvityksistä kerättiin kuntien ympäristöviranomaisilta, Ilmatieteen laitokselta sekä Pirkanmaan ympäristökeskukselta, mutta tietojen niukan saatavuuden vuoksi tässä tutkimuksessa on todennäköisesti esitetty vain osa tehdyistä kartoituksista ja selvityksistä. Uusien tutkimusten tarvetta tiedusteltiin kuntien ympäristöviranomaisilta, joista kyselyyn vastasi 17 kuntaa. Tehtyjä tutkimuksia on esitelty taulukossa 4.1, jossa on esitetty myös kuntien mielipiteet uusista ilmanlaatuun liittyvistä tutkimuksista. Tarkemmin jo tehdyt tutkimukset ovat nähtävissä liitteessä 2 ja kuntiin lähetetyt kysymykset liitteessä 3.

Taulukko 4.1. Pirkanmaan kunnissa ja/tai yrityksissä tehtyt ilmanlaatuun liittyvät tutkimukset sekä ilmanlaadun tarkkailun tarve Pirkanmaalla kuntien ympäristöviranomaisten arvioiden mukaan. B = bioindikaattorikartoitus, H = hajututkimus, I = ilmanlaadun tarkkailu, L = leviämismallilaskelma, P = perus/esiselvitys, E = Ei tarkkailua.

Kunta	Tehdyt tutkimukset					Tarkkailun tarve			Kunta	Tehdyt tutkimukset					Tarkkailun tarve		
	B	I	H	L	P	I	B	E		B	I	H	L	P	I	B	E
Akaa	x				x				Pirkkala	x			x			x	
Hämeenkyrö	x				x			x	Pälkäne	x							
Ikaalinen					x		x		Punkalaidun								
Juupajoki	x							x	Ruovesi	x							
Kangasala	x		x	x	x			x	Sastamala pohj.								x
Kihniö									Sastamala etel.	x							
Kuhmalahti	x							x	Tampere	x	x	x	x	x	x		
Kylmäkoski	x								Urjala	x							
Lempäälä	x			x	x		x		Valkeakoski	x	x	x	x	x	x	x	
Mänttä-Vilppula	x	x		x	x		x		Vesilahti	x						x	
Nokia	x		x	x	x			x	Virrat	x							x
Orivesi	x			x	x			x	Ylöjärvi	x			x	x		x	
Parkano				x		x	x										

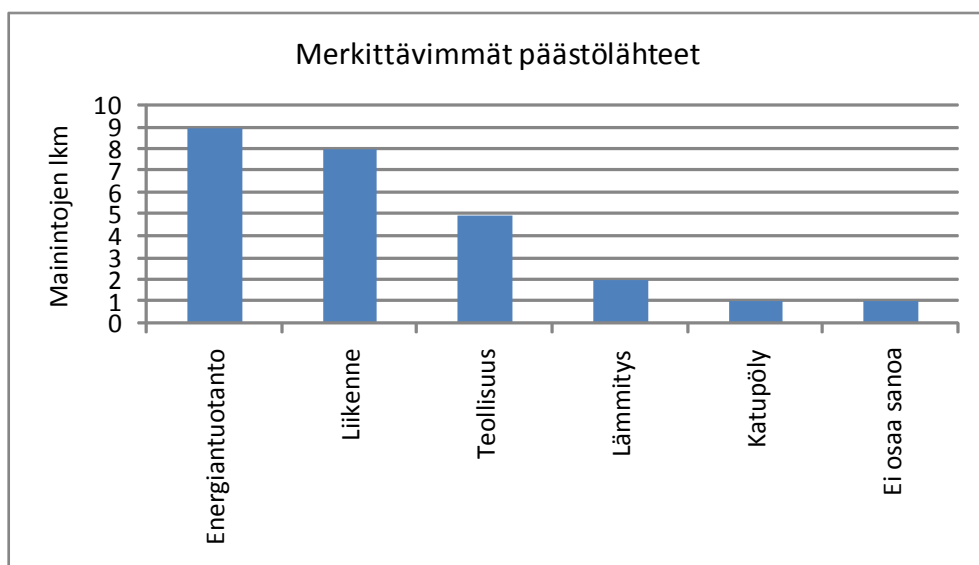
Bioindikaattorikartoituksia on tehty lähes jokaisessa Pirkanmaan kunnassa, ainoastaan Ikaalisten, Kihniön, Parkanon ja Punkalaitumen tilanteesta ei ollut tietoa saatavilla. Entiseen Hämeen lääniin kuuluneiden kuntien osalta on niiden oletettu osallistuneen Hämeen mäntymetsien neulas- ja maaperäkartoitukseen, jos varmaa tietoa ei kunnista ole saatu. Perus- tai esiselvityksiä on tehty useissa kunnissa 1980 ja 1990 -luvulla. Leviämismallien avulla tehtyjä kartoituksia taas on tehty vähemmän, enimmäkseen teollisuuslaitosten toimesta teollisuuspaikkakunnilla. Myös hajututkimuksia on tehty muutamissa kohteissa, Kangasalla sijaitsevalla broileritilalla, Nokian

kaupunkialueella, Tampereella teollisuus- ja jätteenkäsittelyalueilla sekä Valkeakoskella teollisuuden hajuista.

Ilmanlaadun tarkkailua taas on ollut Mäntässä, Tampereella ja Valkeakoskella. Sekä Tampereella että Valkeakoskella mittaukset jatkuvat edelleen, kun taas Mäntässä ilmanlaadun tarkkailu lopetettiin vuonna 1992 ympäristöviranomaisen päätöksellä. Tarkkailu lopetettiin alhaisten pitoisuuksien vuoksi tarpeettomana. Esimerkiksi rikki-dioksidin tuntipitoisuudet olivat alle $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kun niiden ohjearvo valtioneuvoston päätöksen 480/1996 mukaan on $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tampereen ja Valkeakosken mittausten suorittamisesta on kerrottu lisää kappaleessa 4.2.

Uusien ilmanlaatuun liittyvien tutkimusten osalta tarkoituksena oli saada tietoa ovatko kunnat halukkaita suorittamaan uusia bioindikaattorikartoituksia, pidetäänkö niitä tarpeellisena sekä siitä ovatko kunnat kiinnostuneita aloittamaan/jatkamaan ilmanlaadun tarkkailua. 17 vastanneesta kunnasta 8:ssa ei pidetty tarpeellisena uusia tutkimuksia, kun taas 6 kunnassa bioindikaattorikartoituksista oltiin kiinnostuneita, jotta esimerkiksi aikaisempia tutkimuksia voitaisiin täydentää ja ympäristön tilasta saataisiin tarkempaa tietoa. Tampereella ilmanlaadun tarkkailua halutaan jatkossakin jatkaa, samoin Valkeakoskella, missä myös bioindikaattorikartoituksia pidettiin mittausten ohella tärkeinä. Parkanossa taas tulevaisuuden kannalta pidettiin tutkimuksia ja näytteenottoja aina kannattavina keinoina ilmanlaadun tilan selvittämisessä.

Pirkanmaan kuntiin lähetetyssä kyselyssä tiedusteltiin myös ympäristöviranomaisten arviota kunnan merkittävimmistä päästölähteistä. Vastauksia saatiin 14 kpl, joista 9 vastauksessa pidettiin energiantuotantoa yhtenä kunnan merkittävimmistä päästölähteistä. Myös kahdeksassa vastauksessa mainittiin liikenne. Teollisuus mainittiin 5 vastauksessa ja kotitalouksien lämmitys kahdessa. Katupöly esitettiin yhdeksi merkittävimmistä päästöistä yhdessä vastauksessa ja yhdessä ei merkittävintä lähdettä osattu arvioida (kuva 4.1).



Kuva 4.1. Pirkanmaan kuntien ympäristöviranomaisten arvioimat merkittävimmät päästölähteet, kun kyselyyn vastanneita kuntia oli 14.

Liikenne nostettiin merkittävimmäksi päästölähteeksi suuremmissa kaupungeissa, esimerkiksi Lempäälässä, Pirkkalassa ja Ylöjärvellä. Kuitenkin Tampereen arvion mukaan kaupungin merkittävimpänä päästölähteenä oli energiantuotanto. Pienemmät kunnat nostivat sekä energiantuotannon että liikenteen merkittävimmiksi päästölähteikseen ja Hämeenkyrö ja Vesilahti mainitsivat myös tärkeänä lähteenä kotitalouksien lämmityksen. Koska suuremmissa kunnissa liikennesuorite on suurempi kuin pienemmissä kunnissa, on selvää että liikenteen osuus kunnan päästöistä on huomattavasti suurempi.

tavampi kuin energiantuotannon. Tampereella taas ylivoimaisesti suurimman asukasluvun vuoksi myös energiantuotannosta aiheutuvat päästöt ovat merkittäviä.

Missään vastauksista ei kuitenkaan mainittu esimerkiksi maataloutta tai turvetuotantoa merkittävimpänä päästöjen aiheuttajana. Tämä voi johtua myös heikosta kysymyksen asettelusta, jossa esimerkkivaihtoehtoina esitettiin ainoastaan energiantuotanto liikenne ja teollisuus. Kuitenkin muutamissa vastauksista nostettiin esimerkkien ulkopuolelta esiin sekä katupöly että kiinteistöjen lämmitys.

4.2

Ilmanlaadun tarkkailu Tampereella ja Valkeakoskella

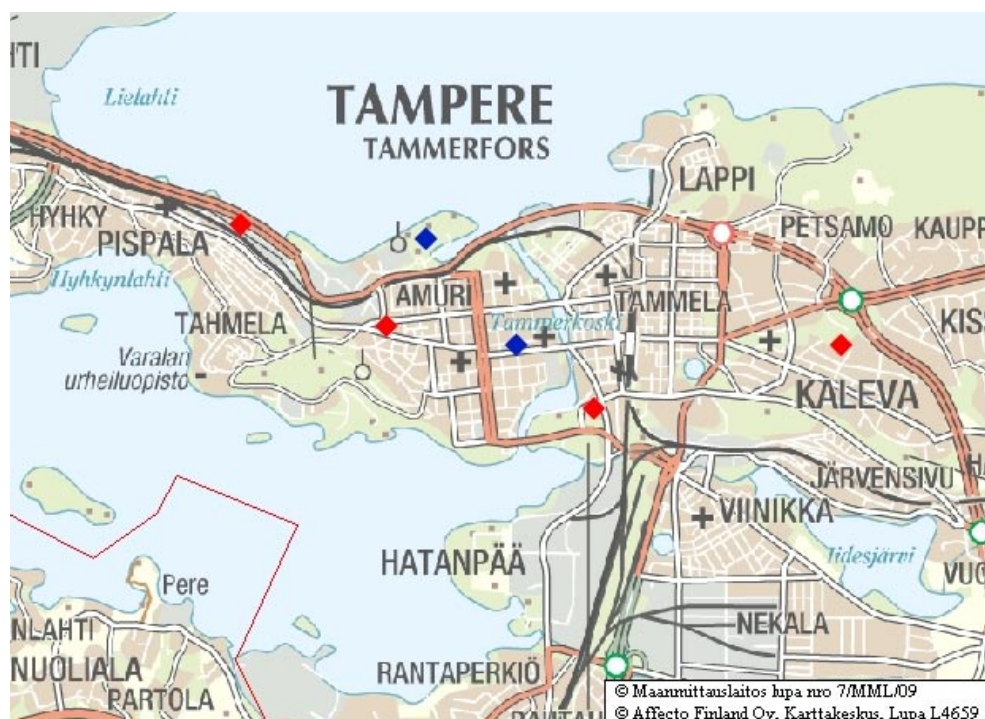
Tampereella ilmanlaatua on mitattu jo neljä vuosikymmentä ja mittauspaikkoja on mittaushistorian aikana ollut n. 50 eri puolilla kaupunkia. Tällä hetkellä mittauspisteitä on 6 joista kahdessa, Näsinneula ja keskustori, mitataan sääolosuhteita ja 4:ssä, Santalahti, Pirkankatu, linja-autoasema ja Kaleva, mitataan ilman epäpuhtauksia (kuva 4.2). Näistä asemista Santalahden asema on siirrettävä mittausasema, jonka paikkaa voidaan muuttaa niin haluttaessa. Näsinneulan sääasemalla tarkkaillaan tuulitietoja 135 m korkeudella, lämpötilaa ja kosteustietoja taas 5 m, 43 m, 88 m ja 135 m korkeudella. Keskustorilla lämpötilaa, kosteutta ja tuulen nopeutta mitataan 30 m korkeudella maan pinnasta. Ilman epäpuhtauksien mittausasemista taas Santalahdessa mitataan ainoastaan hengitettäviä hiukkasia, Linja-autoasemalla taas pienhiukkasia ja typen oksideja. Pirkankadulla mittausparametreja ovat hiilimonoksidi, typen oksidit, hengitettävät ja pienhiukkaset ja Kalevan asemalla typen oksidit, otsoni sekä pienhiukkaset. Kalevan pienhiukkasmittaus toimii myös EU:n ilmanlaatudirektiivin (2008/50/EY) mukaisena asemana pienhiukkasaltistuksen seurannassa (Elsilä 2009, Tampereen kaupunki 2009a).

Pienhiukkasia tutkitaan Tampereella myös yhteistyössä Tampereen teknillisen yliopiston sekä Tampereen ammattikorkeakoulun kanssa pienhiukkasten terveysvaikutuksia tarkastelevan hankkeen merkeissä. Rikkidioksidia Tampereella mitattiin aikaisemmin, mutta mittaukset lopetettiin vuonna 2003 johtuen alhaisista pitoisuuksista. Metallipäästöjä taas mitattiin Lielahdessa vuosina 2006 – 2008. (Elsilä 2009). Taulukossa 4.2 on esitetty Tampereen ilmanlaadun mittausparametrit ja niiden tutkimiseen käytettävät analyysit, analyysilaitteet sekä mittauspaikat. Tampereella on pienhiukkasten mittaukseen käytetty vuonna 2007 ELPI -mittalaitetta ja vuonna 2008 TEOM 1400 A -laitetta. Tällä hetkellä Santalahdessa toimivalla mittausasemalla on joulukuussa 2009 tarkoituksena ottaa käyttöön pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten laserdiffraktioliite Grimm 180. Mittausasema on samalla tarkoitus siirtää Pispalan valtatielle (Elsilä 2009).

Taulukko 4.2. Tampereella mitattavat epäpuhtaudet, analyysit, laitteet ja mittauspaikat. (Tampere 2009b).

Aine	Metodi	Mittalaite	Mittauspaikka
PM ₁₀	Vä rähtelevä mikrovaaka	TEOM 1400A	Santalahti, Pirkankatu
PM _{2,5}	Vä rähtelevä mikrovaaka	TEOM 1400A	Linja-autoasema, Kaleva
PM _{2,5}	Sä hköinen alipaineimpaktori	ELPI	Pirkankatu
NO _x	Kemilumenesenssi	ME 9841B	Linja-autoasema, Pirkankatu, Kaleva
O ₃	UV-absorptio	TEI model 49	Kaleva
CO	IR-absorptio	TEI model 48	Pirkankatu

ELPI = Electrical Low Pressure Impactor, ME = Monitor Europe, TEI = Thermo Electric Instruments Inc



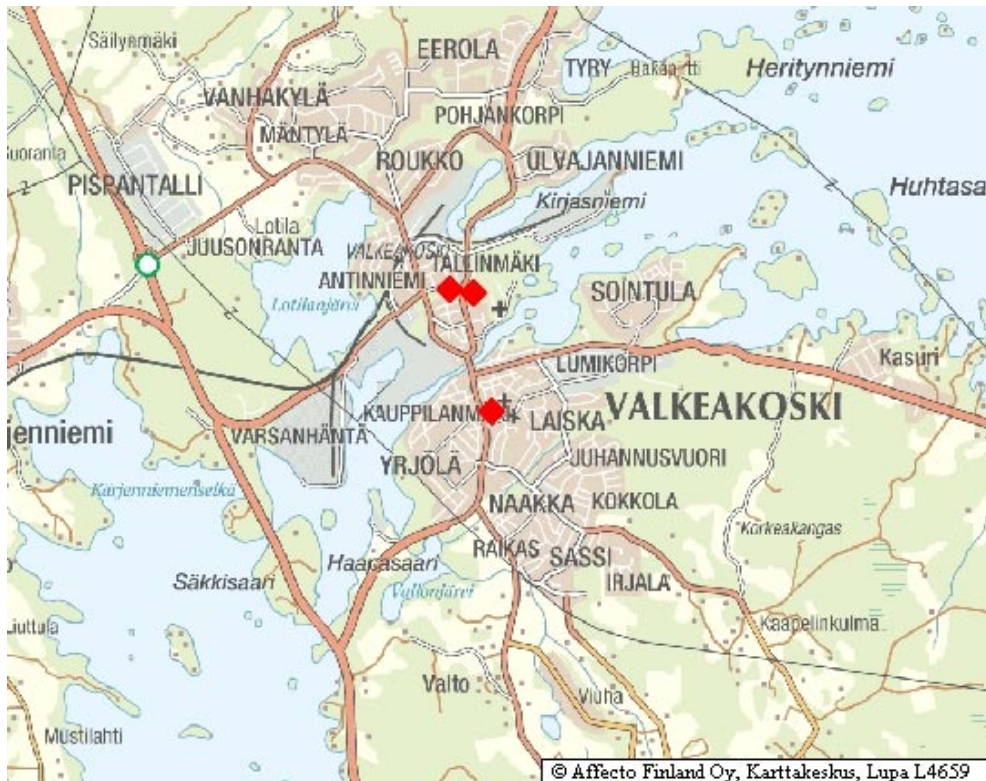
Kuva 4.2. Tampereen 6 mittausasemaa. Sääasemat merkitty sinisellä ja epäpuhtauksien mittausasemat punaisella.

Valkeakoskella ilmanlaatua on mitattu vuodesta 1968 alkaen ja tällä hetkellä ilmanlaadun mittauspisteitä on 3 kpl. Mittausasemat sijaitsevat Sorrilassa, terveystieteiden keskuksella sekä hiekkatekonurmen alueella. Sorrilassa mitattavia päästökomponeentteja ovat haisevat rikkiyhdisteet, kun taas hiekkatekonurmella mitataan hengitettäviä hiukkasia. Terveystieteiden keskuksen mittausasemalla mitataan haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuutta, rikkidioksidia sekä typpidioksidia (taulukko 4.3). Säätiä, kosteutta, lämpötilaa ja tuulen suuntaa mitataan myös terveystieteiden keskuksen mittausasemalla rakennuksen katolta (Kytölä 2009, Valkeakoski 2007). Valkeakoskella käytettävät mittalaitteet ja analyysimenetelmät on esitetty taulukossa 4.3. Kuvassa 4.3 taas ovat Valkeakosken kolme mittausasemaa kartalla.

Taulukko 4.3. Valkeakoskella mitattavat epäpuhtaudet, analyysit, laitteet sekä mittauspaikat. (Kytölä 2009, Valkeakoski 2007).

Aine	Metodi	Mittalaite	Mittauspaikka
PM ₁₀	Värihtelevä mikrovaaka	TEOM 1400A	Hiekkatekonurmi
NO ₂	Kemiluminesenssi	ME ML 9841	Terveystieteiden keskus
SO ₂	UV-fluoresenssi	ME ML 9850	Terveystieteiden keskus
TRS	UV-fluoresenssi + TRS -yhdisteitä hapettava konvertteri	API 100A + PPM 891	Sorrila, Terveystieteiden keskus
Metallit	TEOM -analysointorin ohivirtaus suodatetaan ja määritetään sinkki kerran kuukaudessa		

ME = Monitor Europe, TEI = Thermo Electric Instruments Inc



Kuva 4.3. Valkeakosken 3 mittausasemaa kartalla. Asemat merkitty punaisella.

Sekä Tampereella että Valkeakoskella on voimassa yhteistarkkailusopimus kunnan ja teollisuuslaitosten kesken. Sopimuksen mukaan ilmanlaadun tarkkailusta koituvat kulut jaetaan päästöjä aiheuttavien laitosten ja kunnan kesken. Itse tarkkailusta, laitteiden hoidosta ja raportoinnista vastaavat kunnat. Tampereella sopimusosapuolille tiedotetaan ilmanlaadusta neljännesvuosiraporttien muodossa neljä kertaa vuodessa ja Valkeakoskella kuukausittain. Molemmissa kunnissa ilmanlaadun tiedotukseen kuuluvat myös vuosittaiset raportit (Elsilä 2009, Valkeakoski 2007).

Ilmanlaadun mittauksia tehdään myös Juupajoella Hyytiälässä, jossa sijaitsee Helsingin yliopiston tutkimusasema. Tutkimusasema on SMEAR II (Stations Measuring Atmosphere Ecosystem Relationships) -asema, jossa tutkitaan mm. laskeumaa ja päästöjen vaikutuksia metsiin. Asemalla mitataan ilmanlaatu-tietoja rikkidioksidin, typpimonoksidin, typen oksidien, hiilimonoksidin sekä otsonin osalta, ja mittaus-tietoja on saatavilla internetissä noin viikon ajalta (HY 2009). Tietoja ei kuitenkaan toimiteta ympäristöhallinnon järjestelmiin, joten niitä ei tässä tutkimuksessa ole tarkasteltu.

4.3

Ilmanlaadusta tiedottaminen

Ilmanlaatuasetuksen (VNA 711/2001) mukaan mittausasemien ilmanlaatu-tietojen tarvittavat tunti-, kuukausi tai vuosiarvot tulee olla saatavilla ajantasaisina jonkin viestintämuodon välityksellä. Viestintämuotona voivat olla painetut tekstit, internet, radio tai esimerkiksi televisio. Kun näitä tietoja julkistetaan, on lukuja vertailtava myös olemassa oleviin raja- ja ohjearvoihin. Jos raja- ja ohjearvot taas ylittyvät on väestölle tiedotettava arvojen ylityksestä välittömästi terveys- ja viihtyvyshaittojen minimoimiseksi. Myös varoituskynnyksen ylittyessä väestöä tulee informoida ja molemmissa tapauksissa sekä pitoisuuksien suhde raja-arvoihin että mahdollisesti

aiheutuvat terveyshaitat tulee ilmoittaa. Varoitukset voidaan antaa joko television, radion tai lehtien välityksellä (VNA 711/2001).

Raja-arvon numeroarvojen ylityksiä Valkeakoskella vuoden 2007 vuosiraportin mukaan on tapahtunut hengitettävien hiukkasten osalta 7 kertaa, 6 kertaa maaliskuussa ja kerran joulukuussa. Tampereella ylityksiä tapahtui eri asemilla yhteensä 39 kertaa vuoden 2007 aikana ja 29 kertaa vuoden 2008 aikana, mutta varsinaiseksi raja-arvon ylitykseksi katsotaan vasta se, kun yhdellä asemalla raja-arvo ylittyy 35 kertaa. Muiden yhdisteiden numeeriset raja-arvot eivät kummassakaan kunnassa ylittyneet vuoden 2007 tai 2008 aikana, mutta muutamia ohjearvojen ylityksiä tapahtui. Hengitettävien hiukkasten numeeristen raja-arvojen ylitykset johtuvat keväisin hiekoi-tushiekan pölyämisen ja poiston seurauksena, tosin Valkeakoskella yksi ylityksistä tapahtui poikkeuksellisesti joulukuussa (Tampere 2008, 2009b, Valkeakoski 2007).

Tampereella mitatut ilmanlaadun tulokset ilmoitetaan tällä hetkellä reaaliaikaisesti Ilmatieteen laitoksen ja ympäristöministeriön yhteisessä ilmanlaatu -portaaliassa, osoitteessa www.ilmanlaatu.fi. Myös Valkeakosken mittaustulokset ovat portaalin mukaan tulossa näkyviin sivustolle. Kuntien kotisivuilla ilmoitetaan ilmanlaadun mittausten tuloksista sekä esimerkiksi ohjearvojen ylityksistä. Suurimpien kaupunkien ilmanlaatatiedot esitetään myös televisiossa arkiaamuisin klo 8.30. Ilmanlaatu -portaaliassa ilmalaatatiedot ilmoitetaan ilmanlaatuindeksin avulla. Indeksissä mitatut pitoisuudet on muutettu tunneittaisiksi vertailuluvuiksi, joita voidaan kuvata viidellä luokalla, hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono, erittäin huono (taulukko 4.4). Indeksiarvo on aina mittausasemakohtainen ja sisältää asemalla mitatut yhdisteiden pitoisuudet, jotka on suhteutettu vallitseviin raja- ja ohjearvoihin. Indeksien arvo saadaan asettamalla jokaiselle epäpuhtaudelle oma ali-indeksinsä, joista korkeimman mukaan määräytyy aseman ilmanlaatuindeksi (YTV 2007).

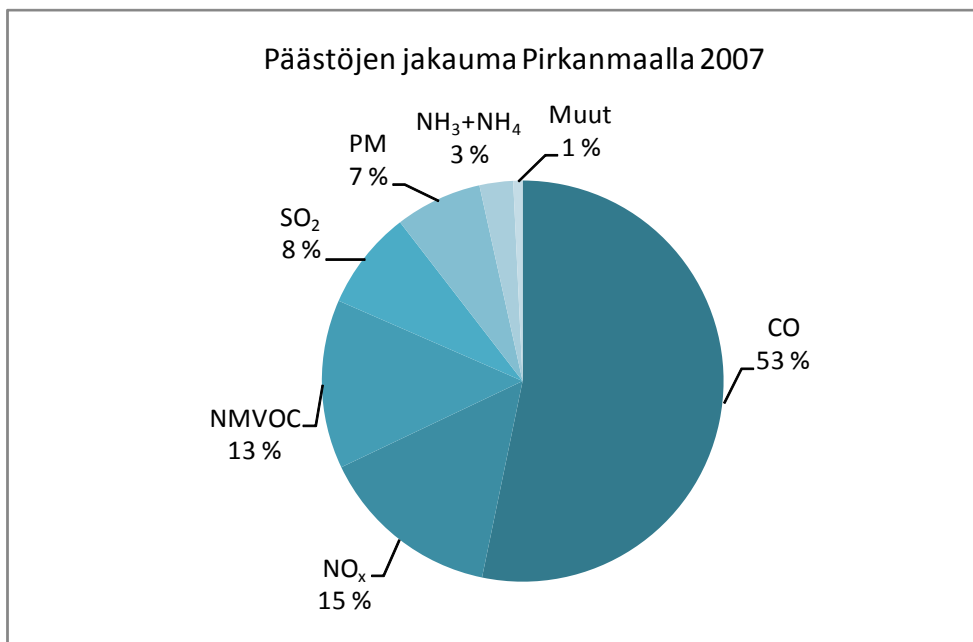
Taulukko 4.4. Indeksiluokkien määräytyminen epäpuhtauden pitoisuuden mukaan (YTV 2007).

Ilmanlaatu (Indeksin arvo)	CO (mg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2,5} (µg/m ³)	TRS (µg/m ³)
Hyvä (< 50)	< 4	< 40	< 20	< 60	< 20	< 10	< 5
Tyydyttävä (50 - 75)	8	70	80	100	50	25	10
Välttävä (75 - 100)	20	150	250	140	100	50	20
Huono (100 - 150)	30	200	350	180	200	75	50
Erittäin huono (> 150)	> 30	> 200	> 350	> 180	> 200	> 75	> 50

5 Päästöt Pirkanmaalla

Pirkanmaan päästöjä tarkasteltiin kokonaisuutena sekä ympäristöhallinnon Hertta 5.2 -järjestelmään kuuluvan Ilmapäästötietojärjestelmän (IPTJ) (Ympäristöhallinto 2009a) avulla sekä erikseen sektorikohtaisesti VTT:n Lipasto -järjestelmän (Mäkelä 2009, VTT 2009) ja ympäristöhallinnon Vahti -tietojärjestelmän (Ympäristöhallinto 2009b) avulla. Liikenteen päästöjä on tarkasteltu yksityiskohtaisemmin kappaleessa 5.1, teollisuuden ja energiantuotannon päästöjä kappaleessa 5.2 ja maatalouden päästöjä kappaleessa 5.3. Vahti- ja Lipasto -järjestelmät, joiden avulla on tarkasteltu liikenteen ja energiantuotannon päästöjä, eivät kuitenkaan ole suoraan verrattavissa IPTJ:n päästöjen kanssa. Tämä johtuu järjestelmien erilaisista päästöjen laskentatavoista ja -menetelmistä. Myös eri sektoreiden tarkasteltavat ajanjaksot vaihtelevat johtuen eroista järjestelmien tiedoissa. Pirkanmaan kokonaispäästöjen tarkastelua varten IPTJ:n avulla haettiin päästötiedot hiilimonoksidille, typen oksideille, haihtuville hiilivedyille, hiukkasille sekä rikkidioksidille. Päästötiedot on esitetty kuvissa 5.1 ja 5.2.

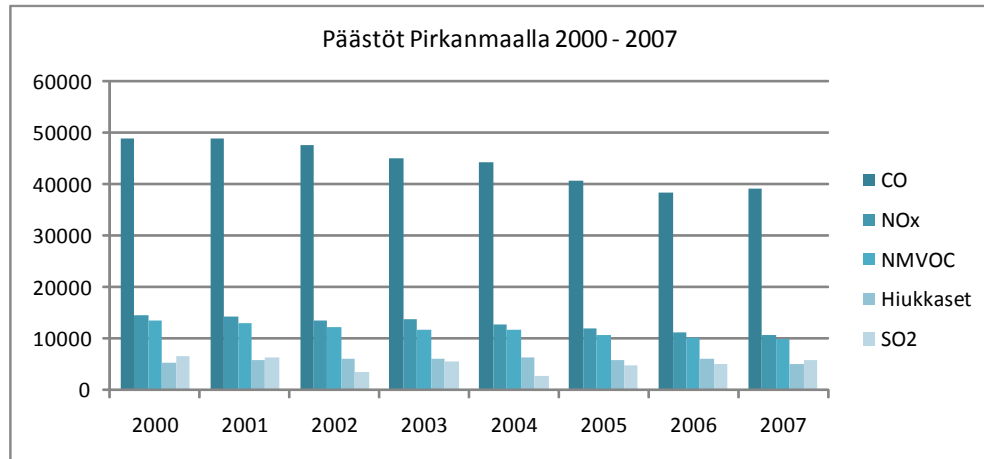
Päästöjen jakaumaa tarkasteltiin, jotta selvittäisiin mitkä päästökomponentit Pirkanmaalla ovat vallitsevia. Kuvassa 5.1 on esitetty päästöjen jakauma vuonna 2007 Hertta 5.2 -järjestelmän tietojen mukaan. Jakauman laskennassa ei huomioitu metaania tai hiilidioksidia, mutta kasvihuonekaasuista dityppioksidi N_2O otettiin mukaan laskentaan, koska sen reaktioiden kautta ilmakehässä muodostuu esimerkiksi typen oksideja. Kuvan mukaan merkittävin päästökomponentti Pirkanmaalla on hiilimonoksidi, minkä jälkeen typen oksidit sekä haihtuvat hiilivedyt ovat toiseksi merkittävin päästöryhmä.



Kuva 5.1. Vuoden 2007 päästöjen jakauma Pirkanmaalla. Hiilidioksidi (CO), typen oksidit (NO_x), haihtuvat orgaaniset hiilivedyt (NMVOC), rikkidioksidi (SO₂), hiukkaset (PM), ammoniakki + ammoniumtyppi (NH₃+NH₄).

Kuvan 5.2 mukaan hiilimonoksidin, typen oksidien ja haihtuvien hiilivetyjen määrät ovat vuosien 2000 ja 2007 välillä laskeneet, kun taas hiukkasten ja rikkidioksidin määrissä on ollut enemmän vaihtelua. IPTJ:n mukaan suurimmat hiilimonoksidipäästöt aiheutuivat liikenteestä ja lisäksi mm. energiantuotannosta ja teollisuudesta. Typen oksidien päästölähteenä olivat sähkön ja lämmöntuotanto sekä liikenne, kun taas

haihtuvien orgaanisten yhdisteiden lähteenä ovat olleet liikenne, teollisuus, liuottimien ja maalien käyttö sekä asuntojen energiantuotanto. Hiukkaspäästöjä aiheutui pääosin liikenteestä, energiantuotannosta sekä asuntojen energiantuotannosta. Rikkidioksidin pääasiallisena lähteenä olivat teollisuus, mutta myös energiantuotanto on aiheuttanut osan päästöistä.



Kuva 5.2. Pirkanmaan hiilimonoksidien (CO), typen oksidien (NO_x), haihtuvien hiilivetyjen (NMVOC), hiukkasten sekä rikkidioksidin (SO₂) kokonaispäästöt Pirkanmaalla vuosina 2000 – 2007.

5.1

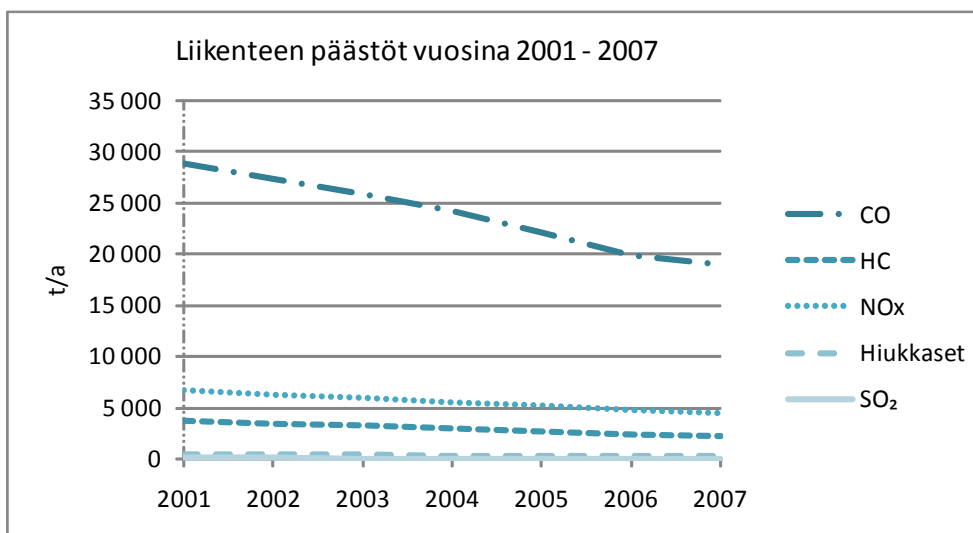
Liikenne

Vuosittainen raide- ja tieliikenteen aineisto kerättiin VTT:n Suomen liikenteen pakokaasujen ja energiankulutuksen Lipasto-laskentajärjestelmästä. Tieliikenteen päästötiedot saatiin järjestelmän LIISA- ja raideliikennetiedot RAILI -osiosta (Mäkelä 2009, VTT 2009). Liikenteen osalta tutkittiin raide- ja tieliikenteen päästöjen kehitystä, polttonesteen kulutusta sekä liikennesuoritetta. Suoritteella VTT:n (2009) mukaan tarkoitetaan laskennallista ajokilometrimäärän tulosta, jolloin tietyn pituisella tieosuudella tietyssä ajassa havaittujen ajoneuvojen määrä muutetaan koko vuoden kattavaksi ajokilometrimääräksi. Tutkittavia tie- ja raideliikenteen päästöjä olivat hiilimonoksidi, hiilivedyt, typen oksidit, hiukkaset sekä rikkidioksidi. Tiedot ajoneuvokannoista saatiin Ajoneuvohallintokeskuksen (AKE) ajoneuvokantatilastoista vuosilta 2000 – 2009 (AKE 2009).

5.1.1

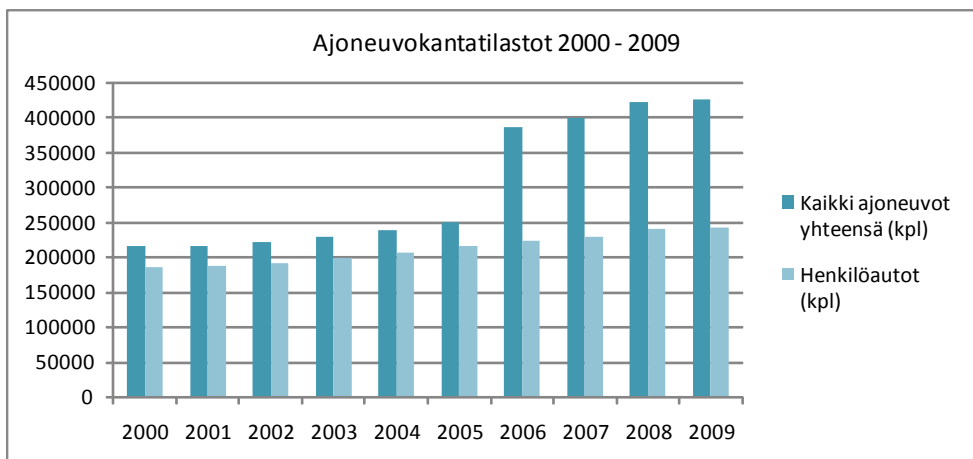
Tieliikenne

Pirkanmaan tieliikenteen päästöjä tarkasteltiin vuosina 2001 – 2007 (kuva 5.3 ja kuva 5.5). Tuloksissa on otettu huomioon vuosina 2005 ja 2006 tapahtuneet kuntaliitokset, joskin Punkalaitumen kunnan päästömäärät on laskettu mukaan kaikkina tarkasteltuina vuosina. Päästöihin on Lipasto-laskentaohjelmassa laskettu erilaisten autotyyppien lisäksi moottoripyörien ja mopeden päästöt (VTT 2009). Hiukkasten määrä on myös esitetty kokonaismassana, joka sisältää kaikki hiukkaskoot. Polttonesteen kulutuksen tarkastelu on otettu mukaan kuvaan 5.5. Polttonesteellä tarkoitetaan ajoneuvojen käyttämää bensiiniä sekä dieselöljyä ja sen kokonaiskulutus on riippuvainen autojen ominaiskulutuksesta sekä liikennesuoritteen määrästä (VTT 2009).



Kuva 5.3. Tieliikenteen hiilimonoksidin (CO), hiilivetyjen (HC), typen oksidien (NO_x), hiukkasma-
san ja rikkidioksidin (SO₂) määrä Pirkanmaalla vuosina 2001 – 2007.

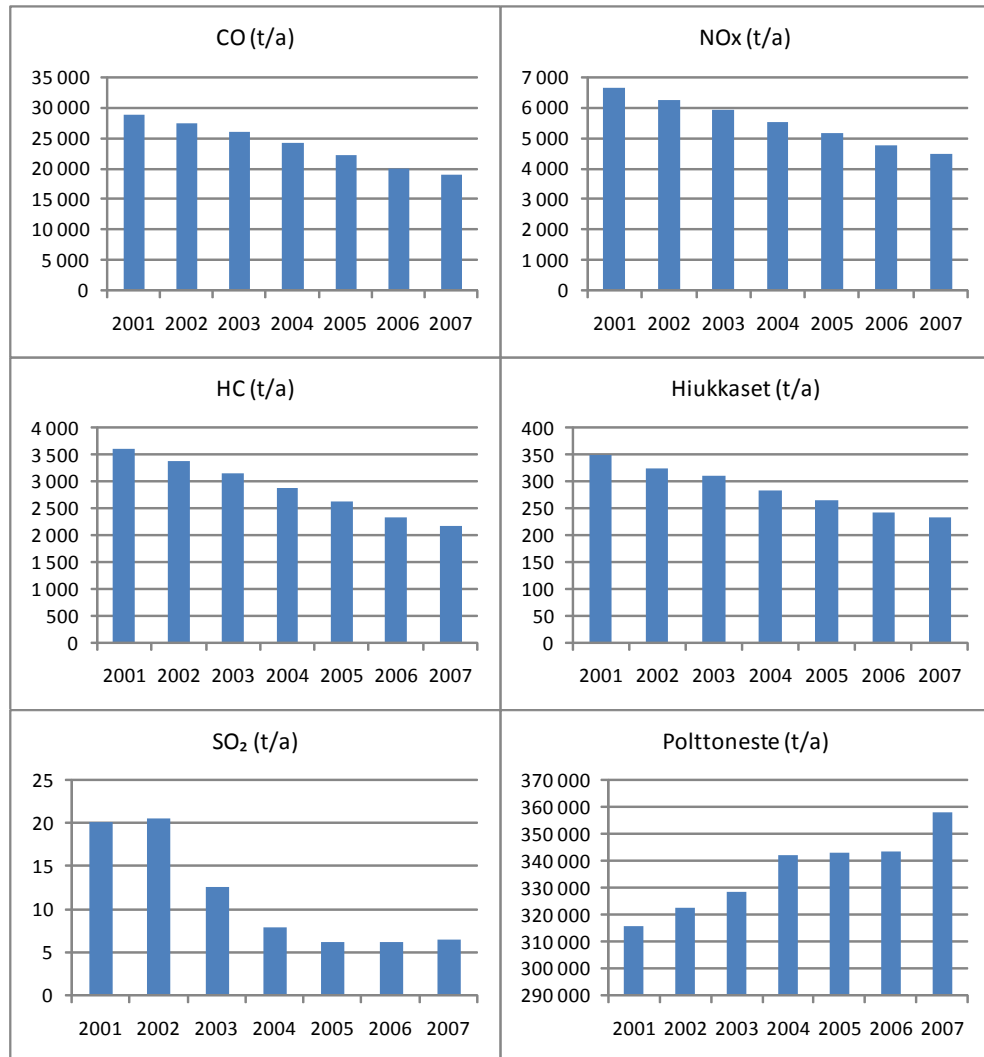
Pirkanmaan ajoneuvokantaa tarkasteltiin vuosina 2000 – 2009 kuvassa 5.4, jossa henkilöautojen määrät on esitetty yhdessä kaikkien yhteenlaskettujen ajoneuvojen määrien kanssa. Vuoden 2009 tilastot koskevat Ajoneuvohallintokeskuksen tietoja 31.3.2009. Tilastoa tarkasteltaessa huomattiin kaikkien ajoneuvojen yhteenlasketun määrän nousevan tasaisesti vuoteen 2005 asti jonka jälkeen on ollut voimakas ajoneuvojen määrän nousu noin 250 000 ajoneuvosta yli 380 000:een. Samaan aikaan henkilöautojen määrä ei kuitenkaan ole merkittävästi lisääntynyt. Ajoneuvojen yhteenlasketun määrän muutokset selittyvät muiden ajoneuvoluokkien, kuten paketti- ja kuorma-autojen, moottoripyörien, kolmi- ja nelipyörien sekä traktoreiden määrän voimakkaalla kasvulla. On myös huomioitava, että ajoneuvokantaan on laskettu mukaan myös esimerkiksi itsessään päästöttömien perävaunujen lukumäärät.



Kuva 5.4. Ajoneuvojen yhteenlasketut lukumäärät ja henkilöautojen osuus vuosina 2000 – 2009 Pirkanmaalla.

Yksityiskohtaisemmassa tieliikenteen päästötarkastelussa (kuva 5.5) nähdään päästöjen määrän pienentyneen vuosina 2001 – 2007 kaikkien päästökomententtien osalta huolimatta ajoneuvojen lukumäärän lisääntymisestä Pirkanmaalla. Varsinkin rikkidioksidin päästömäärät laskivat suuresti, lähes 14 tonnia, johtuen rikkittömän polttoaineen käytön lisääntymisestä lakimuutosten myötä. Typen oksidien, hiilimonoksidin ja hiilivetyjen määrän pieneneminen on taas johtunut katalysaattoreiden käytöstä

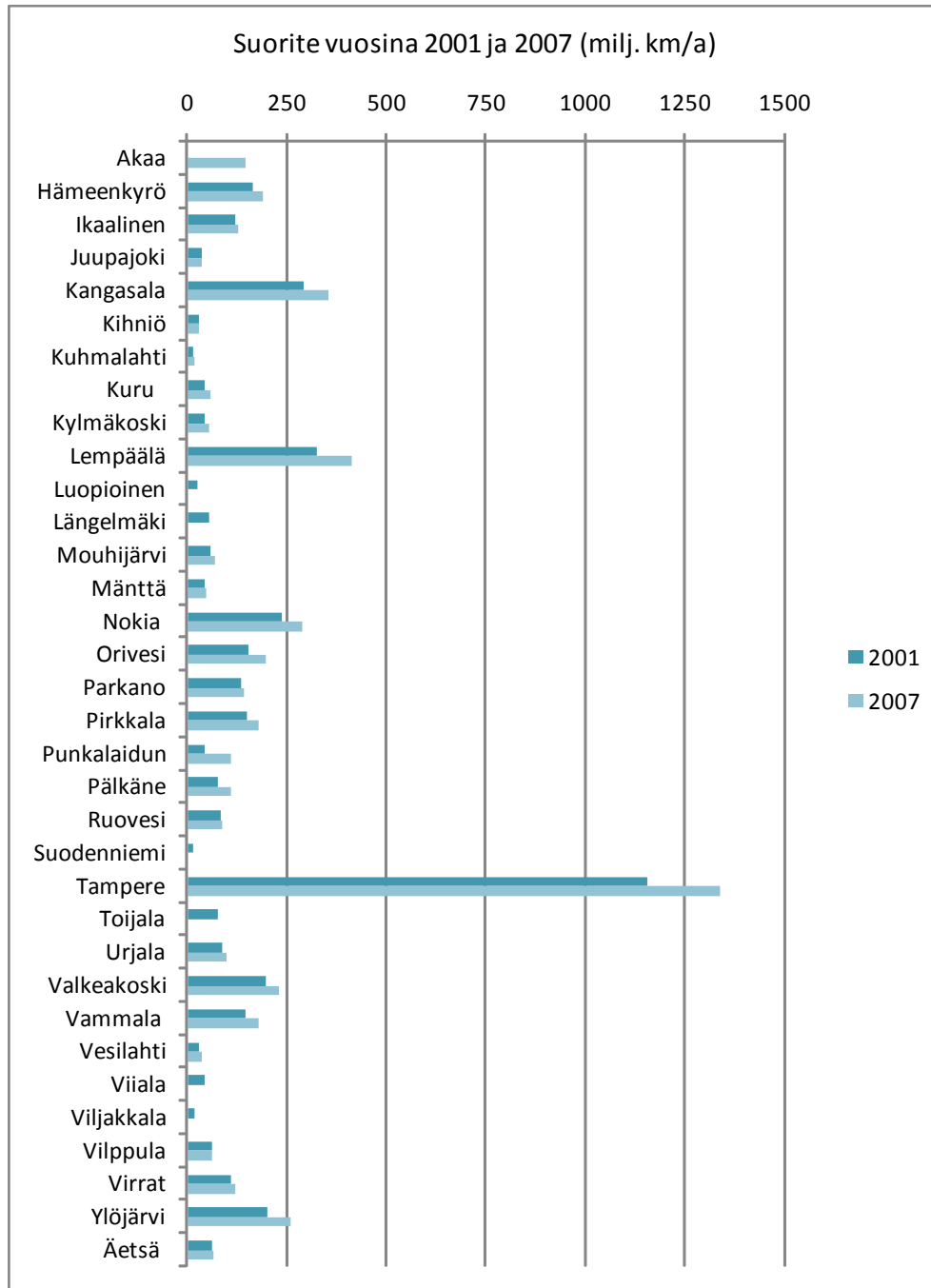
autoissa. Typen oksidien määrä on vähentynyt vuoden 2001 yli 6500 tonnista vuoden 2007 noin 4500 tonniin. Hiilivetyjen määrä liikenteessä on pienentynyt 1400 tonnilla ja hiukkasten määrä noin 100 tonnilla. Vaikka katalysaattoreiden tulo uusiin autoihin on ollut EU -lainsäädännön mukaista jo vuodesta 1991, on Suomen hidas autokannan uudistuminen vaikuttanut katalysaattoreiden käyttöönoton viivästymiseen. Myös moottorien ja polttoaineiden kehittyminen lainsäädännön edellyttämällä tavalla on vaikuttanut päästömääriin. Huomattavaa on myös, että huolimatta polttoaineen kulutuksen lisääntymisestä liikenteestä aiheutuvien päästöjen määrä on vähentynyt. Kuitenkin vuosina 2004 – 2007 tapahtunut polttoaineenkulutuksen nousu 340 000 tonnista lähes 360 000 tonniin on hidastanut päästömäärien laskua.



Kuva 5.5. Liikenteen hiilimonoksidin (CO), typen oksidien (NO_x), hiilivetyjen (HC), hiukkasten, rikkidioksidin (SO₂) ja polttonesteen (sis. sekä bensiinin että dieselin) määrien muutokset Pirkanmaalla vuosina 2001 – 2007.

Pirkanmaan liikennesuorite on vuosina 2001 – 2007 muuttunut johtuen autokannan lisääntymisestä. Suoritteen määrä Pirkanmaalla on kasvanut 4 330 miljoonasta 5 031 miljoonaan ajokilometriin vuodessa (kuva 5.6). Liikennesuoritetta kuvattaessa on otettu huomioon vuosien 2001 ja 2007 välillä tapahtuneet kuntaliitokset. Tämän vuoksi Luopioisten, Längelmäen, Suodenniemen, Toijalan, Viialan ja Viljakkalan osalta tietoja on ainoastaan vuodelta 2001 ja Akaan osalta vain vuodelta 2007.

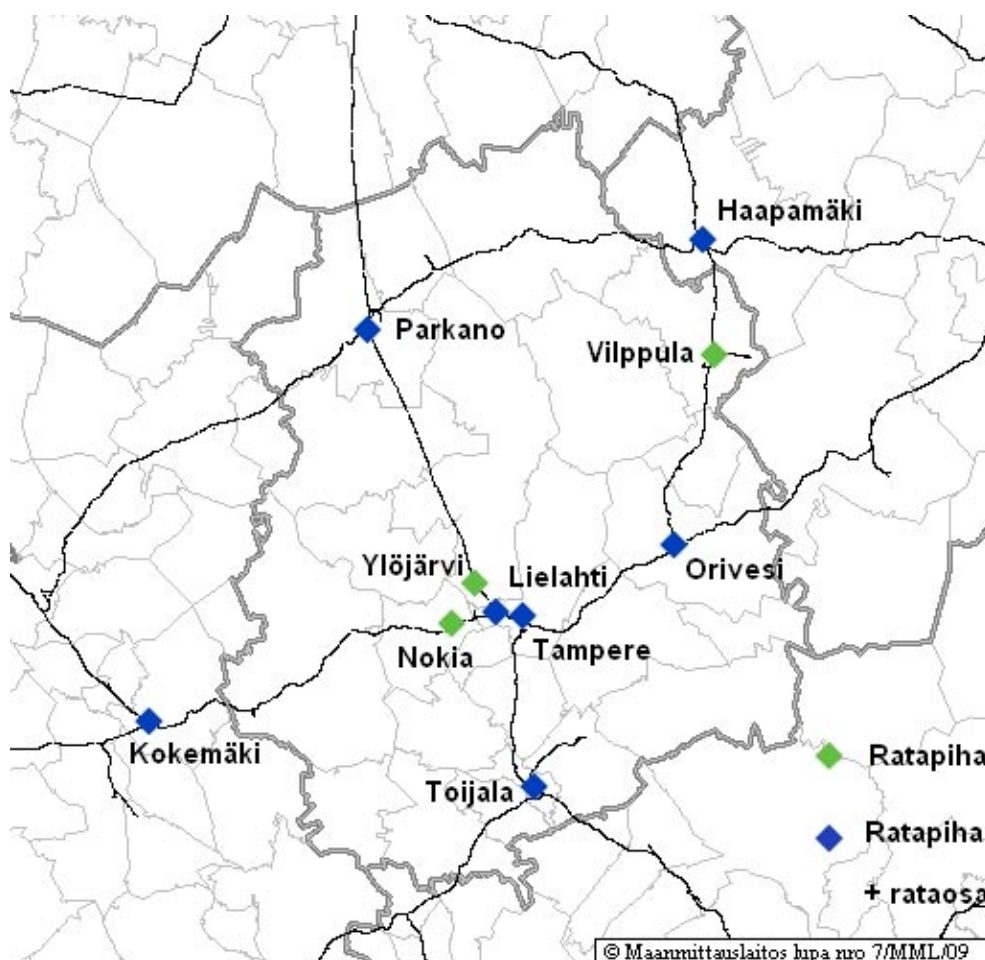
Kuvan 5.6 mukaisesti vuosittainen ajoneuvosuorite on kaikissa kunnissa kasvanut vuodesta 2001 vuoteen 2007. Kuitenkin esimerkiksi Kihniössä ja Juupajoella suoritteiden kasvu on ollut vähäistä. Suorite on kasvanut eniten Tampereella yli 200 miljoonalla kilometrillä, ja myös Lempäälässä suorite on kasvanut lähes 100 miljoonalla kilometrillä. Pirkanmaan kunnista vuoden 2007 suurin liikennesuorite yli 1300 miljoonaa kilometriä vuodessa ajettiin Tampereella. Muita yli 250 miljoonan vuosikilometrin suoritteita ajettiin Tampereen seutukunnissa Kangasalla, Lempäälässä, Nokialla sekä Ylöjärvellä. Valkeakoskella liikennesuorite oli lähes 230 miljoonaa kilometriä vuodessa. Pienimmät alle 40 miljoonan vuosittaiset suoritteet ajettiin Juupajoella, Kuhmalahdella, Kihniössä sekä Vesilahdella.



Kuva 5.6. Pirkanmaan tieliikenteen ajoneuvosuorite (milj.km/a) vuosina 2001 ja 2007.

Rautatieliikenne

Raideliikenteen päästöjä tarkasteltiin RAILI -laskentajärjestelmän (Mäkelä 2009, VTT 2009) tietojen avulla. Täysin Pirkanmaan rajojen sisäpuolelta raideliikenteen tietoja ei ollut mahdollista saada, joten tarkastelu on osittain ulotettu myös Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueelle Kokemäelle sekä Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueelle Haapamäelle. Pirkanmaan raideverkostosta valittiin kuusi rataosuutta (Tampere-Lielähti, Lielähti-Kokemäki, Lielähti-Parkano, Tampere-Toijala, Tampere-Orivesi, ja Orivesi-Haapamäki), jotka on esitetty kuvassa 5.7. Kultakin rataosalta päästötietoja oli liikenteestä molempiin suuntiin. Kuvassa 5.7 näkyvät myös ne ratapihat, joilta tarkasteltiin dieselvetureiden ratapihapäästöjä. Koko raideliikenteen (kuva 5.8) päästöjä sekä yksityiskohtaisia rataosapäästöjä (liite 4) tarkasteltiin molempiin suuntiin, mutta kuvassa 5.9 esitettyä Tampere-Orivesi rataosan päästötietoja tarkasteltiin ainoastaan yhteen suuntaan. Päästöjen tarkastelussa on myös otettava huomioon se, että ainoastaan dieselvetureiden päästöt vaikuttavat ratapihojen- ja raiteiden lähialueilla, kun taas sähköjunaliikenteen päästöjen vaikutukset ilmenevät sähköntuotantolaitoksien läheisyydessä.



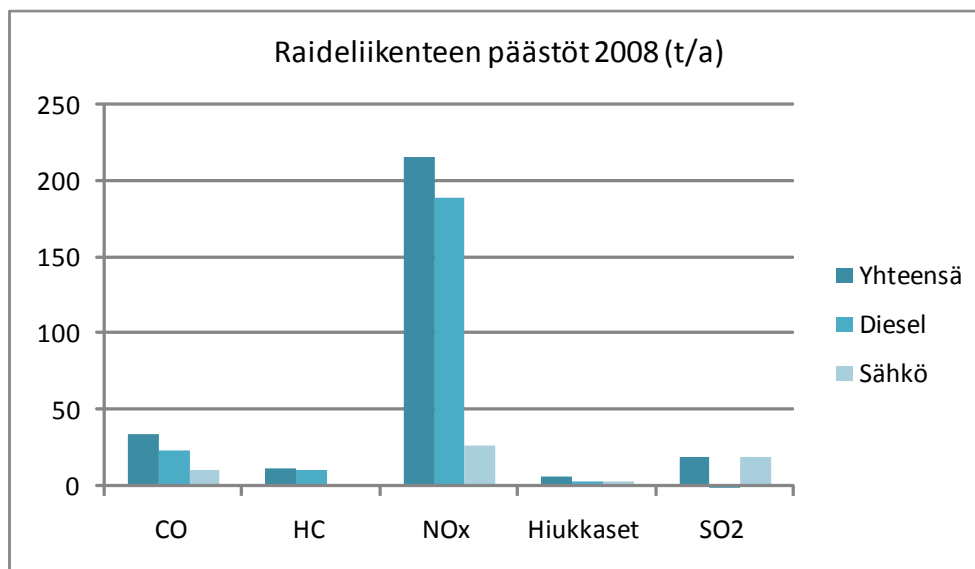
Kuva 5.7. Ratapihat ja rataosat Pirkanmaalla.

Rataosan Tampere-Lielähti (TPE-LLH) pituus on noin 6 kilometriä ja sen kautta liikeneivät junat sekä itään Porin ja Rauman suuntaan että pohjoiseen Oulun suuntaan. Porin suuntaan kulkee 91 kilometrin mittainen Lielähti-Kokemäki (LLH-KKI) rataosa, joka näin ollen ulottuu Lounais-Suomen ympäristökeskuksen alueelle. Pohjoiseen

suuntautuvan Lielahdi-Parkano (LLH-PKO) ratavälin pituus taas on 69 km ja etelään Helsinkiä ja Turkuun kohti vievän Tampere-Toijala (TPE-TL) välin pituus 40 km. Itä-Suomeen, kohti Jyväskylää johtavan 42 kilometrin mittaisen Tampere-Orivesi (TPE-OV) rataosuuden varrelta erkanee myös Keski-Suomen ympäristökeskuksen alueelle ulottuva 72 km:n Orivesi-Haapamäki (OV-HPK) välinen rataosuus (Mäkelä 2009).

Kaikilla tutkituilla Pirkanmaan rataosuuksilla liikennöivät vuoden 2008 päästötietojen mukaan sekä henkilö- että tavarajunat. Päästömäärien perusteella dieselvetureita käytettiin tavaraliikenteessä sähköisiä enemmän, kun taas henkilöliikenteessä käytettiin sekä diesel- että sähkökäyttöisiä vetureita. Orivesi-Haapamäki ja Lielahdi-Kokemäki välisiä rataosuuksia ei ole sähköistetty, joten kaikki liikenne näillä väleillä suoritettiin dieselkäyttöisillä vetureilla.

Kuvassa 5.8 on esitetty Pirkanmaan koko junaliikenteen päästöt vuonna 2008 Rautatiejärjestelmän tietojen mukaan. Tiedot koottiin laskemalla yhteen ratapihoilta aiheutuvat dieselvetureiden päästöt sekä kaikkien ratavälien päästöt molempiin suuntiin. Koska sähkökäyttöisellä kalustolla ei ilmene lainkaan päästöjä käytön aikana, on sähköjunien päästöjen osuudeksi Rautatiejärjestelmässä laskettu voimalaitoksissa aiheutuneet sähköntuotannon päästöt. Päästötietoja tarkasteltaessa havaittiin typen oksidien ja hiilivetyjen päästöjen aiheutuvan kokonaan tai lähes kokonaan dieselvetureista. Hiilimonoksidipäästöistä taas noin kaksi kolmasosaa oli dieselvetureiden aiheuttamaa. Hiukkaspäästöt jakautuivat lähes tasan sähkö- ja dieselkäyttöisten vetureiden kesken, kun taas rikkidioksidipäästöt olivat kokonaan peräisin sähköntuotannosta.



Kuva 5.8. Raideliikenteen hiilimonoksidi- (CO), hiilivety- (HC), typenoksidi- (NO_x), hiukkas- sekä rikkidioksidipäästöt (SO₂) Pirkanmaalla vuonna 2008. Päästötiedot ovat ratapihoilla ja rataosilla käytettävistä sähkö- sekä dieselvetureista.

Rataosien päästötiedot poikkeavat toisistaan riippuen siitä kuinka paljon rataosalla liikennöi sähkö- tai dieselkäyttöisiä junia. Rataosia vertailtiin jokaisen rataosan kilometrikohtaisten päästöjen avulla. Suurimmat päästöt ratakilometriä kohden ilmenivät Tampereen ja Toijalan välisellä rataosuudella (taulukko 5.1). Myös Tampere-Lielahdi ja Tampere-Orivesi välien kilometrikohtaiset päästöt olivat huomattavia. Vähäisimmät päästöt taas aiheutuivat Oriveden ja Haapamäen sekä Lielahden ja Kokemäen välisillä rataosuuksilla. Tarkemmat rataosakohtaiset päästötiedot vuodelta 2008 on esitetty liitteessä 4.

Raideliikenteen päästöjä tarkasteltiin myös ratapihojen osalta. Ratapihoilla päästöjä aiheutuu erilaisista dieselvetureilla tehtävistä vaihto- ja siirtotöistä. Ratapihakohtaisessa tarkastelussa olivat mukana Tampereen, Lielahden, Nokian, Parkanon,

Toijalan, Vilppulan ja Ylöjärven ratapihat. Rataosakohtaisten päästömäärien mukaisesti Tampereella ja Toijalassa ilmenivät myös Pirkanmaan suurimmat ratapihojen päästöt. Myös Vilppulan ratapihalla päästöt olivat huomattavan suuria (taulukko 5.2). Rikkidioksidipäästöt kaikilla ratapihoilla olivat pieniä johtuen dieselpolttoaineen alhaisesta rikkipitoisuudesta.

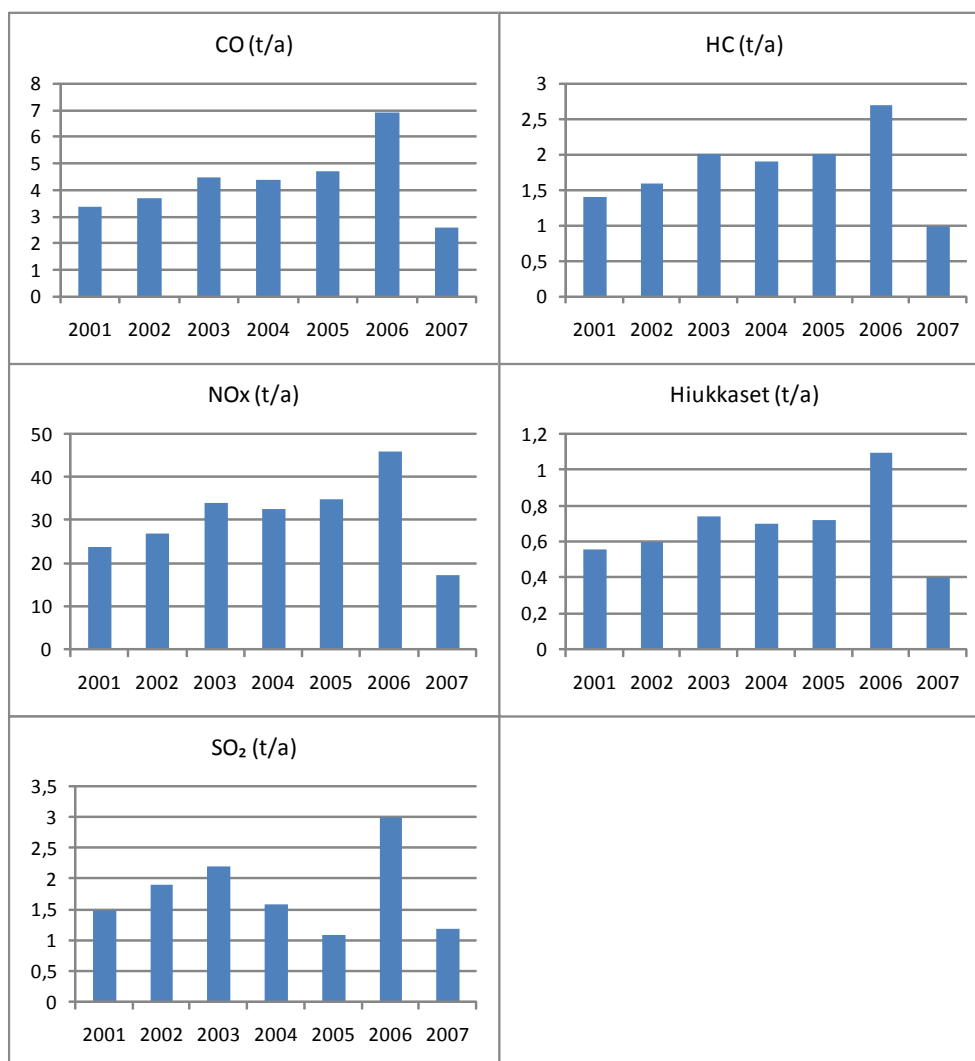
Taulukko 5.1. Tampere-Lielähti (TPE-LLH), Lielähti-Kokemäki (LLH-KKI), Lielähti-Parkano (LLH-PKO), Tampere-Toijala (TPE-TL), Tampere-Orivesi (TPE-OV) ja Orivesi-Haapamäki (OV-HPK) välisten rataosuuksien kilometrikohtaiset hiilimonoksidin (CO), hiilivetyjen (HC), typen oksidien (NO_x), hiukkasten sekä rikkidioksidin (SO₂) päästötiedot vuonna 2008.

t/(a*km)	CO	HC	NO _x	Hiukkaset	SO ₂
TPE-LLH	0,17	0,05	0,96	0,03	0,12
LLH-KKI	0,05	0,01	0,26	0,01	0,04
LLH-PKO	0,10	0,03	0,54	0,02	0,08
TPE-TL	0,24	0,08	1,40	0,05	0,18
TPE-OV	0,13	0,05	0,91	0,02	0,06
OV-HPK	0,04	0,02	0,34	0,01	0,00

Taulukko 5.2. Pirkanmaan ratapihojen hiilimonoksidin (CO), hiilivetyjen (HC), typen oksidien (NO_x), hiukkasten sekä rikkidioksidin (SO₂) päästötiedot vuonna 2008.

t/a	CO	HC	NO _x	Hiukkaset	SO ₂
Tampere	2,52	1,13	11,92	0,64	$4,3 \times 10^{-3}$
Lielähti	0,04	0,02	0,30	0,01	$7,4 \times 10^{-5}$
Nokia	0,06	0,03	0,50	0,01	$1,2 \times 10^{-4}$
Parkano	0,18	0,09	1,52	0,03	$3,7 \times 10^{-4}$
Toijala	1,24	0,59	10,24	0,17	$2,5 \times 10^{-3}$
Vilppula	0,65	0,31	5,36	0,09	$1,3 \times 10^{-3}$
Ylöjärvi	0,01	0,01	0,11	$1,7 \times 10^{-3}$	$2,5 \times 10^{-5}$

Tampereen ja Oriveden välistä rataosuutta tarkasteltiin vuosina 2001 – 2008 esimerkiksi päästömäärien muutoksista pidemmällä aikavälillä. Kuvassa 5.9 on esitetty diesel- ja sähköjunaliikenteen sekä yksittäisten vetureiden yhteenlasketut päästöt vuosina 2001 – 2007 tällä rataosalla. Päästötiedot ovat RAILI -järjestelmästä yhteen suuntaan (TPE-OV) laskettuna. Kuvan 5.9 mukaisesti raideliikenteen päästömäärät Tampere-Orivesi -välillä ovat olleet nousussa aina vuoteen 2005 asti. Vuodesta 2006 lähtien päästöt ovat kuitenkin kaikkien komponenttien osalta laskeneet. Typen oksidien määrä on vuoden 2005 noin 35 tonnista laskenut vuoden 2008 16 tonniin ja hiilimonoksidipäästö 4,7 tonnista alle 2,3 tonniin. Rikkidioksidin osalta tarkastelujakson huippuvuosi oli vuosi 2003, jolloin päästömäärät olivat yli 2 tonnia. Vuoteen 2008 mennessä päästöt ovat kuitenkin laskeneet 1,1 tonniin.



Kuva 5.9. Raideliikenteen hiilimonoksidin (CO), typen oksidien (NO_x), hiilivetyjen (HC), hiukkasten ja rikkidioksidin (SO₂) päästöt (t/a) vuosina 2001 – 2008 ratavälillä Tampere-Orivesi. Päästötiedot laskettuna rataväliltä yhteen suuntaan.

Raili -järjestelmässä on saatavilla myös koko Suomen polttoaineen, primäärienergian sekä sähköenergiankulutuksen muutostietoja, joiden avulla voidaan arvioida ja perustella myös päästöjen kehittymistä (VTT 2009). Polttonesteen kulutus on vähentynyt 2000 -luvulla, mikä on johtunut dieselveturien käytön vähenemisestä. Dieselkäyttöisen kaluston vetokilometrit olivat 32,5 % raideliikenteen kokonaiskilometreistä vuonna 2003, kun vuonna 2007 määrä oli enää 27,3 %. Vastaavasti sähköä käyttävän kaluston vetokilometrit kasvoivat 67,5 %:sta lähes 73 %:iin. (Ratahallintokeskus 2008). Tämä on vaikuttanut päästömäärien pienemiseen ja samalla dieselpolttoaineen yhä tiukemmat päästörajat ovat vaikuttaneet rikkidioksidipäästöjen vähenemiseen. Koska suurin osa tavaraliikenteestä kulkee dieselkäyttöisellä kalustolla, on se hyvin riippuvainen metsä-, metalli-, ja kemianteollisuuden taloudellisesta tilanteesta sekä ulkomaankaupasta. Dieselveturien vaihtaminen sähkökäyttöisiin on kuitenkin ongelmallista, koska suurin osa tavaraliikenteen liikennöimistä rataosuuksista on sähköistämättömiä (VR 2008).

Primääri- ja sähköenergian kulutus taas on lisääntynyt johtuen lisääntyneestä sähköveturien käytöstä, mikä on osaltaan myös pienentänyt aiheutuvia päästöjä. Sähköisen liikenteen päästöt olivatkin kolmasosan dieseliä käyttävän liikenteen päästöistä vuonna 2008 (VR 2008). Sähköenergian päästöjen koostumus kuitenkin vaihtelee suuresti sen mukaan mitä sähköntuotantotapaa ja energianlähdettä on käytetty.

VR on kuitenkin 1.1.2009 siirtynyt ainoastaan vesivoimalla tuotetun sähköenergian käyttöön, joten jatkossa sähköisen raideliikenteen päästöt ovat merkittävästi vähenemässä (VR 2008).

5.2

Teollisuuden ja energiantuotannon päästöt

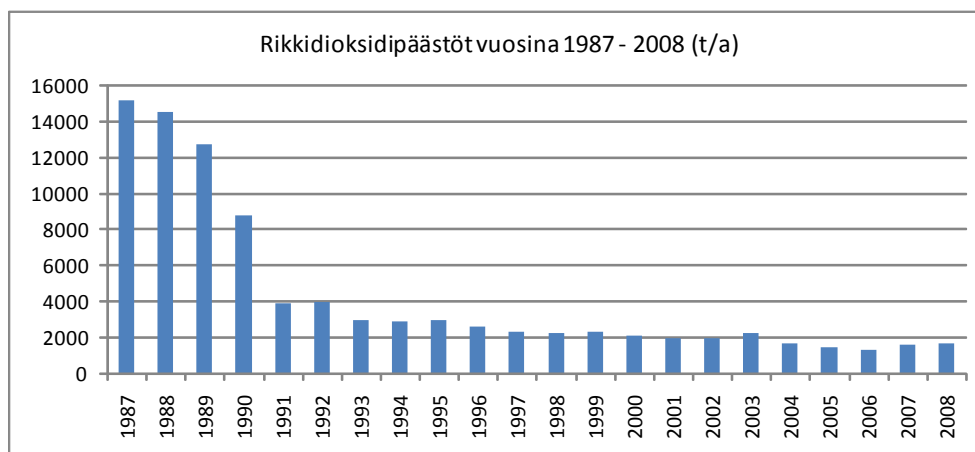
Teollisuuden sekä energiantuotannon päästöjä Pirkanmaalla tarkasteltiin Vahti valvonta- ja kuormitusjärjestelmän avulla. Vahti on ympäristönsuojelun tietojärjestelmän operatiivinen osa, joka sisältää päästötietoja, ympäristönsuojelulain mukaisiin lupiin ja ilmoituksiin sekä jätteisiin liittyviä tietoja. Kuntien luvittamat teollisuus- ja energiantuotantolaitokset eivät kuitenkaan ole mukana Vahti -järjestelmän tiedoissa. Päästötiedoissa on oma osionsa ilmaan kulkeutuvista päästöistä ja niiden määrästä. Teollisuus- tai energiantuotantolaitokset ilmoittavat itse päästötietonsa järjestelmään ja näin ollen järjestelmän tiedoissa saattaa olla myös joitakin virheitä (Ympäristöhallinto 2009b).

Päästötietoja haettiin Vahti -järjestelmästä rikkidioksidin, typen oksidien, hiukkasten sekä haisevien rikkiyhdisteiden osalta. Haku suoritettiin Pirkanmaan ympäristökeskuksen alueella rikkidioksidin sekä typen oksidien osalta aikavälille 1987 – 2008 ja hiukkasten sekä haisevien rikkiyhdisteiden osalta vuosille 2000 – 2008. Vuosina 2008 ja 2009 Pirkanmaan teollisuuden ja energiantuotantolaitosten määrässä on tapahtunut muutoksia ja muutamia kohtalaisen suuria päästöjä vuosina 2000 – 2008 aiheuttaneita laitoksia on lopettanut toimintansa. Tämän vuoksi useimpia tutkimuksessa esitetyjä tuloksia ei voi rinnastaa vuoden 2009 vallitseviin päästömääriin. Päästötietoja tutkittiin myös haihtuvien hiilivetyjen, hiilimonoksidin sekä metallien osalta, mutta näiden osalta tiedoissa oli hyvin paljon puutteita, minkä vuoksi ne käsiteltiin vain hyvin suppeasti vuosien 2000 – 2008 osalta.

5.2.1

Rikkidioksidi

Rikkidioksidin osalta päästöjä tarkasteltiin aikavälillä 1987 – 2008, jolloin nähdään selkeästi rikkipäästöjen väheneminen varsinkin vuosien 1989 ja 1991 välillä (kuva 5.10). Vuosien -90 ja -91 kaltaista päästömäärien laskua ei ole enää 2000 -luvulla tapahtunut, vaan päästöt ovat pysyneet likimain samoina. Vuosina 2000 – 2003 päästömäärät ovat olleet 2000 tonnin molemmin puolin. Vuoden 2003 nousu päästöissä johtui viskoosikuitutehtaan normaalia suuremmista päästöistä. Vuonna 2004, samoin kuin vuosina 2007 ja 2008 rikkidioksidipäästöt olivat hieman yli 1500 tonnia ja vuosina 2005 – 2006 alle 1500 tonnia. Vahti -järjestelmään vuosina 2000 – 2008 raportoineiden laitosten (lukuun ottamatta kuntien luvittamia laitoksia) lukumäärät on esitetty taulukossa 5.3. Taulukon mukaan huomattavaa kuitenkin on, että raportoineiden laitosten määrän lähes puolittuessa päästöt ovat pienentyneet vain noin neljäsosan.



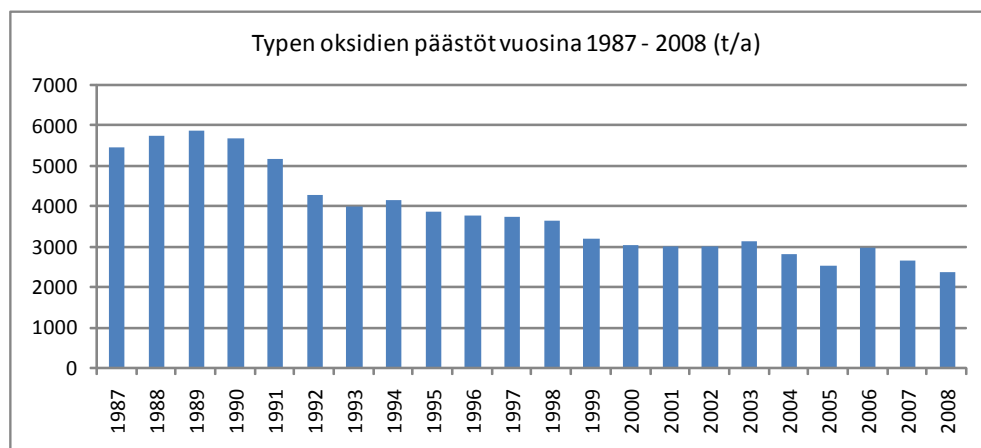
Kuva 5.10. Teollisuuden ja energiantuotannon (ei sis. kuntien luvittamia laitoksia) rikkidioksidipäästöt Pirkanmaalla vuosina 1987 – 2008.

Liitteessä 5 esitetään kuntakohtaiset teollisuuden ja energiantuotannon päästöt vuosina 2000 – 2008. Juupajoelta, Kihniöstä, Kuhmalahdelta, Kylmäkoskelta, Orivedeltä, Punkalaitumelta, Pälkäneeltä, Urjalasta, Vesilahdelta ja Ylöjärveltä ei Vahti -järjestelmään raportoitu lainkaan teollisuuden ja energiantuotannon päästötietoja. Liitteen mukaan merkittävimmät rikin oksidien päästöt sijoittuvat runsaasti teollisuutta ja energiantuotantoa harjoittaviin kuntiin, Tampereelle, Valkeakoskelle, Mänttä-Vilppulaan ja Sastamalaan. Tampereella ja Valkeakoskella rikkipäästöt olivat noin 400 – 800 tonniin vuodessa, kun taas Mänttä-Vilppulassa päästöt olivat alle 300 tonnia ja Sastamalassa alle 100 tonnia. Myös Ruovedellä teollisuuden ja energiantuotannon päästöt ovat kohtalaisen suuret, keskimäärin 15 tonnia vuodessa. Virroilla vuosina 2007 ja 2008 havaittu energiantuotannon rikkidioksidipäästöissä tapahtunut nousu alle 5 tonnista 500 tonniin vuodessa johtuu todennäköisesti virheestä Vahti -järjestelmään ilmoitetuissa tiedoissa.

5.2.2

Typen oksidit

Typen oksidien päästöjä tarkasteltiin vuosina 1987 – 2008 (kuva 5.11). Typen oksidien päästöistä raportoineiden laitosten lukumäärät on esitetty taulukossa 5.3. Kuvasta 5.11 nähdään typen oksidien päästöjen vähentyneen vuoden 1989 lähes 6000 tonnista 2000-luvun alun 3000 tonniin. Vuosina 2000 – 2008 päästöjen määrät ovat vaihdelleet 3000 ja 2400 tonnin välillä. Vuosina 2000 – 2003 typen oksidien päästöt ovat pysytelleet 3000 tonnissa, kun taas 2003 – 2005 ja 2006 – 2008 on päästöissä ollut selvä lasku 3000 tonnista 2500 tonniin. Päästöjen vaihtelu aiheutui energiantuotannon ja paperi- ja sellutuotannon päästöjen vaihteluista. Kun päästöjä verrattiin niistä raportoineiden laitosten lukumääriin, ei laitosten lukumäärällä ja päästöjen määrän lisääntymisellä havaittu olevan yhteyttä. Esimerkiksi vuonna 2003 havaittiin 2000-luvun suurimmat typen oksidien päästöt, mutta laitoksia ainoastaan 45, mikä on kahdeksan vuoden aikana toiseksi vähäisin laitosmäärä.



Kuva 5.11. Teollisuuden ja energiantuotannon (ei sis. kuntien luvittamia laitoksia) typen oksidien päästöt Pirkanmaalla vuosina 1987 – 2008.

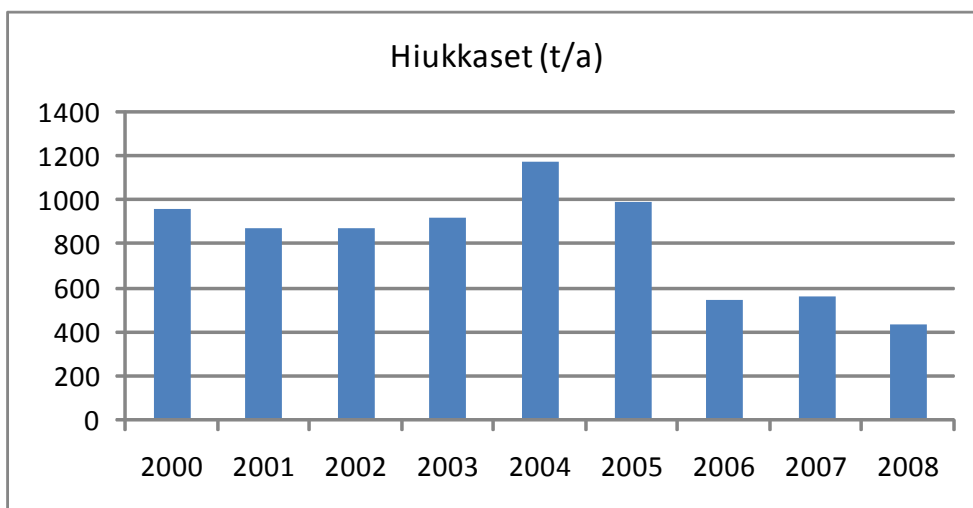
Kuntakohtaiset typen oksidien päästöt (liite 5) ovat olleet korkeimmillaan Tampereella ja Valkeakoskella, molemmissa n. 1000 tonnia vuodessa johtuen paperi-, kartonki- ja muusta teollisuudesta sekä energiantuotannon päästöistä. Mänttä-Vilppulassa, Nokialla, Sastamalassa ja Hämeenkyrössä NO_x-päästöt ovat olleet n. 100 – 200 tonnia vuodessa. Näissä kunnissa päästöjen lähteenä ovat olleet erilaiset teollisuuden alat, kuten metalli- ja paperiteollisuus sekä energiantuotanto. Myös Ikaalisissa ja Virroilla esiintyy jonkin verran, 10 – 40 tonniin vuodessa, typenoksidien päästöjä, jotka ovat Ikaalisissa peräisin kevytbetonia valmistavasta teollisuudesta sekä metalliteollisuudesta. Virroilla suurin typenoksidien lähde on vuodesta 2004 lähtien ollut energiantuotanto, jonka aiemmat päästöt eivät olleet mukana Vahti -raportoinnissa.

5.2.3

Hiukkaset

Hiukkasten osalta 2000 -luvun päästömäärät on esitetty kuvassa 5.12 ja raportointien laitosten lukumäärä taulukossa 5.3. Vuoteen 2004 asti hiukkasten määrä on ollut nousussa, mutta tämän jälkeen hiukkaspäästöt ovat laskeneet alle 600 tonniin vuodessa. Huippuvuonna 2004 hiukkasia vapautui ilmaan lähes 1200 tonnia ja vähiten päästöjä oli vuonna 2008, noin 400 tonnia. Päästöjen vaihtelun hiukkasten osalta on aiheuttanut sellu- ja paperiteollisuuden päästömäärissä tapahtuneet muutokset. Myöskään hiukkasten osalta laitosten määrä ei määrittele päästöjen suuruutta vaan esimerkiksi kahden laitoksen tuleminen mukaan raportointiin voi joko lisätä tai vähentää päästöjä, kuten vuosina 2003 – 2004 ja 2007 – 2008.

Suurimmat kuntakohtaiset hiukkaspäästöt liitteen 5 mukaan ovat olleet Valkeakoskella, noin 300 – 600 tonnia vuodessa. Tampereella, Ruovedellä, Sastamalassa, Mänttä-Vilppulassa ja Akaassa päästöt olivat noin 10 – 200 tonnia vuodessa. Valkeakosken merkittävänä päästölähteenä on ollut sellu- ja paperitehdas, kun taas muissa kunnissa erilaiset teollisuudenalat ja energiantuotanto aiheuttavat päästöjä. Hiukkaspäästöjä on myös Parkanossa esiintynyt jonkin verran, n. 8 tonnia vuodessa, johtuen puuteollisuuden päästöistä.

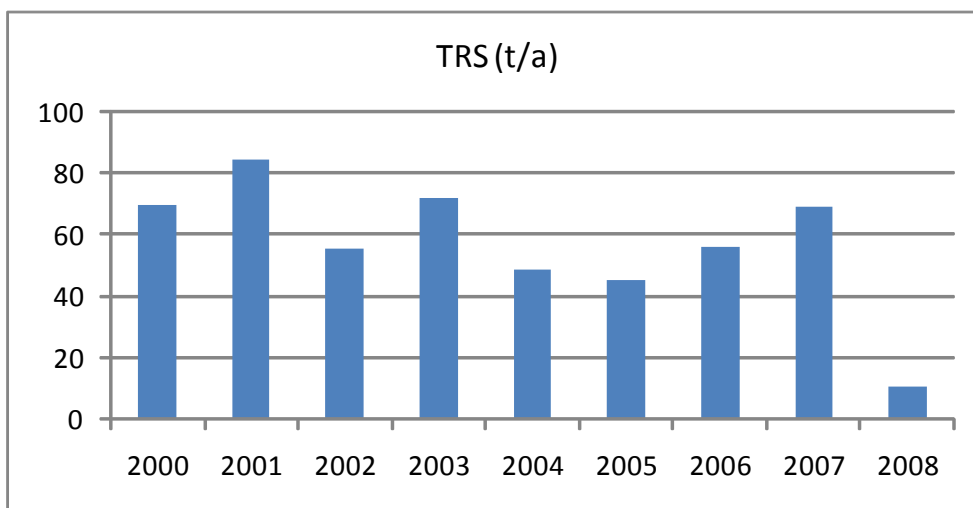


Kuva 5.12. Hiukkasten teollisuuden ja energiantuotannon (ei sis. kuntien luvittamia laitoksia) päästömäärät Pirkanmaalla vuosina 2000 – 2008.

5.2.4

Haisevat rikkiyhdisteet

Haisevien rikkiyhdisteiden teollisuuden ja energiantuotannon päästöjä tutkittiin kuvassa 5.13 aikavälillä 2000 – 2008. Taulukossa 5.3 taas on esitetty päästöistään raportoineiden laitosten lukumäärä. Haisevien rikkiyhdisteiden päästömäärät ovat vuosien 2000 – 2007 välillä vaihdelleen 45 – 85 tonnin välillä, kun vuonna 2008 päästöt olivat enää hieman yli 10 tonnia. Päästöjen lasku johtui tuotannon seisokeista laitoksen meesauunissa sekä uunin tuotannon alenemisesta. Kaikki haisevien rikkiyhdisteiden päästöt Pirkanmaalla sijoittuvat Valkeakoskelle (liite 5), jossa päästölähteenä ovat olleet kemikaaleihin ja sellu- sekä paperiteollisuuteen erikoistuneet laitokset.



Kuva 5.13. Haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) teollisuuden ja energiantuotannon (ei sis. kuntien luvittamia laitoksia) päästömäärät vuosina 2000 – 2008 Pirkanmaalla.

Taulukko 5.3. Rikkidioksidin (SO₂), typen oksidien (NO_x), hiukkasten sekä haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) päästöistä Vahti -järjestelmään raportoineiden laitosten lukumäärät.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SO ₂	44	37	36	33	34	33	35	35	23
NO _x	53	48	46	45	50	56	54	57	40
Hiukkaset	48	44	42	41	43	40	44	39	32
TRS	2	3	2	2	1	1	1	1	1

5.2.5

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä, joihin ei lueta kuuluvaksi metaania, tutkittiin myös vuosina 2000 – 2008. Vahti -järjestelmään raportoineiden ympäristölupavollisten (ei kuntien luvittamien) laitosten päästöissä oli kuitenkin hyvin suuria vaihteluita ja epäselvyyksiä joiden vuoksi päästömääriä ei tässä selvityksessä esitetä kuvaajan muodossa. Syynä päästömäärien vaihteluille ovat NMVOC -yhdisteiden puutteellinen mittaus laitoksilla, mikä johtuu siitä, ettei laitoksille ole ympäristöluvassa välttämättä määrätty velvoitetta NMVOC:n mittaukseen. Ongelmana myös on se, että joillain laitoksilla haihtuvia hiilivetyjä voidaan sisällyttää myös hiilivetyjen (HC) mittaukseen.

Vahti -järjestelmän mukaiset puutteelliset päästötiedot ovat kuitenkin näkyvissä liitteessä 5. Tiedot ovat vuosilta 2000 – 2008, mutta kuntien luvittamat laitokset eivät ole tiedoissa mukana. Liitteen avulla voidaan ainakin suurpiirteisesti tarkastella sitä, millaisista lähteistä ja millä Pirkanmaan alueilla haihtuvien hiilivetyjen päästöjä aiheutuu. Liitteen 5 mukaan suurimmat haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöt olivat vuonna 2000 Tampereella, jossa painoteollisuuden päästöt olivat noin 3000 tonnia. Päästöt kuitenkin laskivat ja vuosina 2001 – 2008 suurimmat NMVOC -päästöt olivat Tampereella, Sastamalassa (yli 300 tonnia vuodessa), Nokialla ja Valkeakoskella (60 – 150 tonniin vuodessa) ja Mänttä-Vilppulassa, jossa päästöt olivat vuosittain noin 10 – 25 tonniin. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjä vapautui eri kunnissa ilmaan mm. muovi- ja kumiteollisuudesta, kemikaali-, metalli- ja puuteollisuudesta sekä energiantuotannosta.

5.2.6

Hiilimonoksidi

Hiilimonoksidipäästöjen osalta tietoja ei myöskään kuvata, johtuen sekä mittausvelvoitteiden puuttumisesta laitoksilla että epäselvyyksistä päästömäärissä. Epäselvyydet päästöissä ilmenivät erittäin suurina vuosipäästöinä Valkeakoskella sijaitsevasta laitoksesta, josta laitoksen lopettamisen vuoksi ei oikeita päästötietoja kuitenkaan voitu enää selvittää. Liitteessä 5 esitetyistä 2000 -luvun kuntakohtaisista päästöistä Valkeakosken lukemat on poistettu, jota epäselvyyksiä päästöistä ei syntyisi. Päästö-tiedoissa eivät myöskään ole mukana kuntien luvittamat laitokset.

Hiilimonoksidin osalta kuntakohtaisten päästötietojen (liite 5) mukaan ainoastaan Tampereelta on hiilidioksidin päästöjä esiintynyt vuosittain koko tarkastellun ajanjakson, vuosien 2000 ja 2008 välisen ajan. Päästöjen määrä on pysynyt 400 – 700 tonnin välillä, ja pääasiallisena päästölähteenä on ollut energiantuotanto. Vuosina 2000 ja 2001 hiilimonoksidipäästöt Kangasalla ovat olleet noin 85 tonnia vuodessa johtuen valimoteollisuuden päästöistä. Vuoden 2008 lähes 15 000 tonnin päästöt taas aiheutuivat Hämeenkyrössä sijaitsevalla kartonkitehtaalla.

Metallit

Tarkastellut metallipäästöt koostuivat alumiinista, antimonista, arseenista, elohopeasta, kadmiumista, koboltista, kromista, kuparista, lyijystä, magnesiumista, mangaanista, nikkelistä, raudasta, talliumista sekä vanadiinista. Myös muita metalleja syötettiin Vahti -järjestelmän hakuun, mutta niistä ei löytynyt raportoituja päästötietoja Pirkanmaan alueelta. Metallipäästöjen muutoksista 2000 -luvulla ei myöskään esitetä tarkempia kuvauksia, johtuen laitosten erilaisista päästövelvoitteista. Metallipäästöjen raportointien osalta Vahti -järjestelmässä on myös puutteita, koska kaikki laitokset eivät aina raportoi tuloksiaan ajallaan.

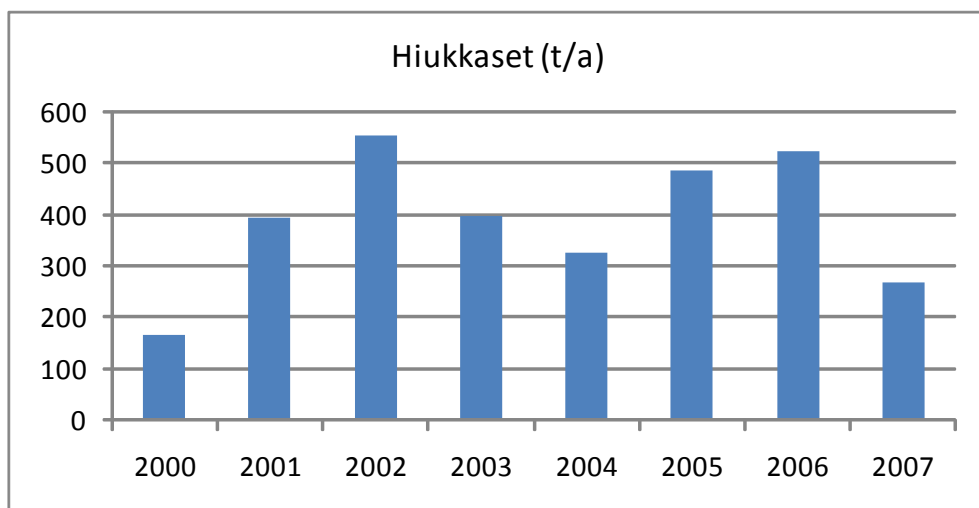
Liitteessä 5 on esitetty metallien osalta kuntakohtaiset päästötiedot 2000 -luvulta, joskin päästömäärät eivät välttämättä vastaa todellisia päästöjä eikä kuntien luvittamia laitoksia ole otettu huomioon. Akaan kunnan metallipäästöt ovat aiheutuneet siellä sijaitsevan vaneritehtaan toiminnasta. Hämeenkyrön päästöjen aiheuttajana taas on ollut kartonkitehdas, kun taas Ikaalisissa ja Kangasalla metallisulatto ja metallivalimo ovat olleet päästöjen lähteinä. Mänttä-Vilppulassa metallipäästöt ovat lähtöisin laminaattia valmistavasta teollisuuslaitoksesta sekä energiantuotannosta ja Nokian päästöt ovat yksinomaan energiantuotannosta. Pirkkalassa, Sastamalassa ja Ruovedellä metalliteollisuus on aiheuttanut päästöjä ja Ruovedellä osa päästöistä on peräisin myös puuteollisuudesta.

Tampereella ja Valkeakoskella metallipäästöjen lähteitä on muista kunnista poiketen useampia. Tampereella päästöjä aiheuttavaa teollisuutta ovat metalli-, valimo- ja kemianteollisuus sekä energiantuotanto. Valkeakoskella metallipäästöjen lähteinä ovat olleet kemian-, metalli- sekä sellu- ja paperiteollisuus.

Maatalous

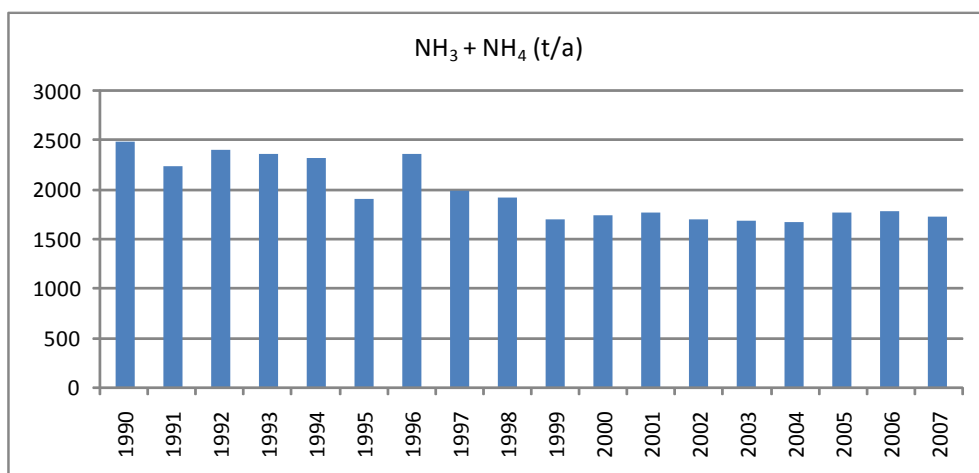
Maatalouden päästöjä ilmaan tutkittiin ympäristöhallinnon ilmapäästötietojärjestelmän (IPTJ) avulla. Järjestelmä on osa Hertta 5.2 -tietojärjestelmäkokonaisuutta, joka sisältää tietoja ympäristön kuormituksesta ja valvonnasta, vesivaroista, luonnonsuojelusta ja alueidenkäytöstä. Ilmapäästötietojärjestelmä sisältää tiedot koko Suomen kokonaispäästöistä ja sen tiedonlähteinä ovat VTT:n Lipasto, ympäristönsuojelun Vahti -järjestelmä sekä muut tilastoidut päästötiedot (Ympäristöhallinto 2009a).

Maatalouden päästöistä tarkasteltiin ammoniakin ja ammoniumin yhteenlaskettua päästö määrää sekä hiukkasten päästöjä. Ammoniakin ja ammoniumin tarkastelujaksona olivat vuodet 1990 – 2007 ja hiukkasten tarkastelujaksona vuodet 2000 – 2007. Vuoden 2008 päästötietoja ei tarkasteltu, koska niitä ei Hertta 5.2 -järjestelmässä ollut vielä saatavilla. Kuvassa 5.14 on esitetty hiukkasten tiedot ja kuvassa 5.15 ammoniakin ja ammoniumin päästötiedot.



Kuva 5.14. Maatalouden hiukkaspäästöt vuosina 2000 – 2007 Pirkanmaalla.

Hiukkasten päästöt maataloudesta ovat IPTJ:n mukaan pääosin peräisin eläinsuojista, varsinkin broileritiloilta. Osa päästöistä aiheutuu myös lannoitetuista viljelmistä ja viljelykasveista. Vuosina 2000 – 2007 hiukkaspäästöt ovat vaihdelleet runsaasti. Vuoteen 2002 saakka päästöt nousivat 550 tonniin, kun taas vuosina 2003 ja 2004 hiukkaspäästöjen määrä väheni lähes 300 tonniin. Päästöt kasvoivat vuosina 2005 ja 2006 hieman yli 500 tonniin, mutta laskivat taas vuonna 2007 alle 300 tonniin. Syynä päästöjen muutoksille voidaan pitää maataloudessa käytettävien eläinsuojien määrän ja viljeltävän pinta-alan vaihtelua.

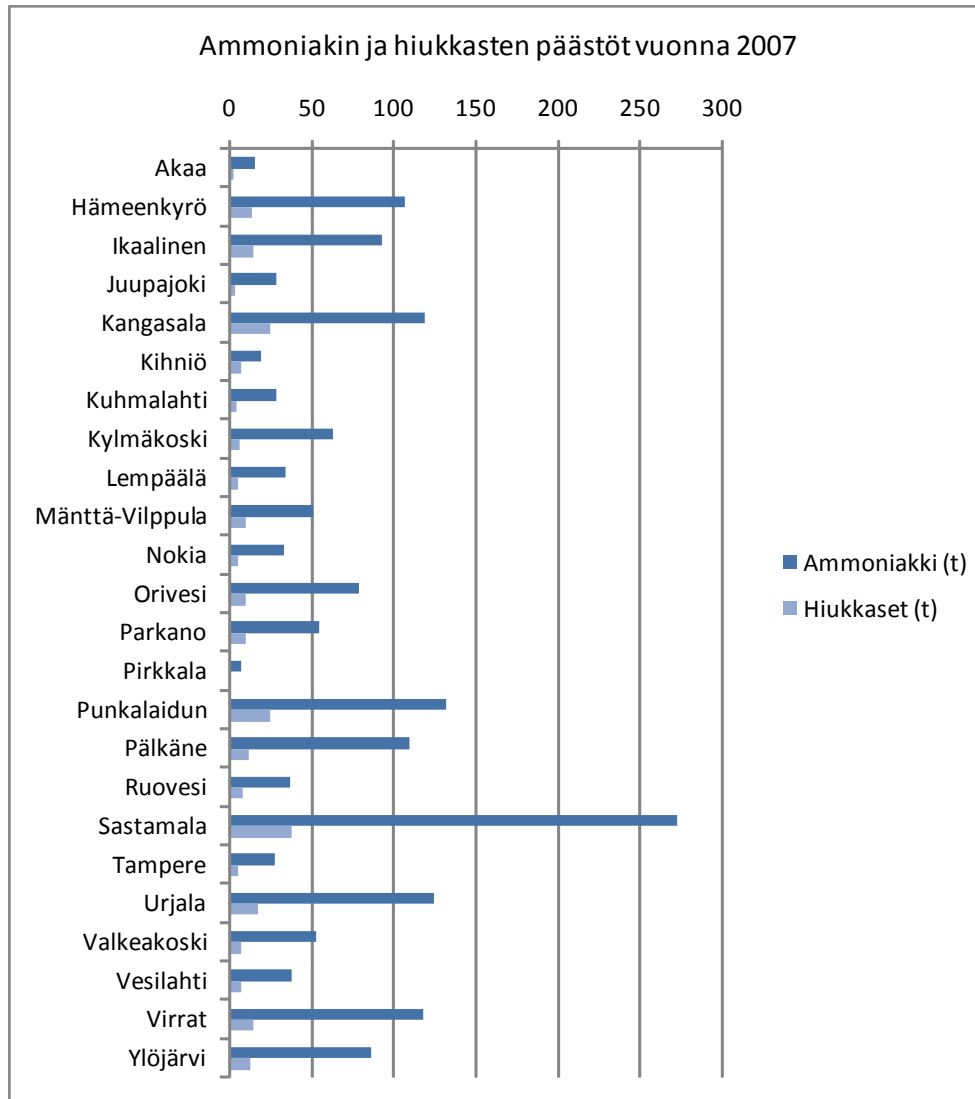


Kuva 5.15. Maatalouden ammoniakki- (NH₃) ja ammoniumionipäästöt (NH₄) Pirkanmaalla vuosina 1990 – 2007.

Maatalouden osuus Suomen ja koko Euroopan ammoniakkipäästöistä on yli 90 % (Grönroos ym. 1998, Erisman, ym. 2008). Maatalouden ammoniakki- ja ammoniumionipäästöt aiheutuivat IPTJ:n mukaan suureksi osaksi lannan käsittelystä, mutta myös lannoitetut viljelmät, viljelykasvit ja myös kasvijätteen poltto, kulotus, muodostavat typpipitoisia päästöjä. Kuvan 5.15 mukaan ammoniakkipäästöt ovat vähentyneet vuoden 1990 vuoteen 2007. Vuonna 1990 päästö määrä oli 2500 tonnia, vuonna 1996 2300 tonnia ja vuonna 2007 enää 1700 tonnia. Päästöjen väheneminen on johtunut eläinmäärien pienenemisestä, mutta alueellisesti päästö määrät saattavat nousta suurien yksiköiden perustamisen seurauksena (Mikkola ym. 2002). Ammoniakkipäästö-

jen pieneneminen näkyy myös vesistöjen ja maaperän kuormituksen vähenemisenä lähialueilla.

Kuvassa 5.16 on esitetty ammoniakki- ja hiukkasten päästöt kunnittain vuonna 2007. Suurimmat yli 100 tonnin ammoniakkipäästöt aiheutuivat Hämeenkyrössä, Kangasalla, Punkalaitumella, Pälkäneellä, Sastamalassa, Urjalassa ja Virroilla. Suurimmat hiukkaspäästöt taas ilmenivät Sastamalassa, Punkalaitumella, Kangasalla ja Urjalassa. Pienimmät ammoniakki- ja hiukkaspäästöt olivat vuonna 2007 Akaassa ja Pirkkalassa. Kun verrataan näitä tietoja taulukkoon 1.1 sivulla 5, huomataan maataloudesta aiheutuvien päästöjen olevan suuremmat maaseutumaaisissa ja taajaan asutuissa kunnissa ja pienimmät kaupunkimaisissa kunnissa.



Kuva 5.16. Pirkanmaan kuntien maatalouden ammoniakki- ja hiukkaspäästöt vuonna 2007.

6 Ilmanlaadun kehittäminen ja innovaatiot Pirkanmaalla

6.1

Ongelmakohdat

Ongelmakohtana Pirkanmaan ilmanlaadun tarkkailussa tällä hetkellä on tutkimusten vähäinen määrä. Mittausasemat ovat sijoittuneet suurimpiin päästokeskittymiin Tampereelle ja Valkeakoskelle sekä maatalousvaltaiseen kohteeseen Helsingin yliopiston tutkimusasemalle Juupajoelle. Myöskään ilmanlaadun muita laajempia tutkimuksia esimerkiksi bioindikaattorikartoituksia ei ole viime vuosina tehty. Yhä enemmän tosin on selvitetty esimerkiksi yksittäisten laitosten tai liikenteen aiheuttamia päästöjä leviämismallilaskelmien avulla. Koska ilmanlaadun mittaukset ovat kalliita ja vaativat näyttöä mittausten tarpeesta, olisivat bioindikaattoritutkimukset edullisempi vaihtoehto, jolla myös voitaisiin kartoittaa lisäseurannan tarvetta Pirkanmaalla.

Bioindikaattorikartoitusten sekä mittausten toteutuminen kuitenkin riippuu ilmanlaadun toimijoista, kuten ympäristökeskuksista, kunnista sekä teollisuudesta. Kunnissa ja valtiolla ilmansuojelun edistämistä estävät mittavat säästötoimet, joiden mukana myös työntekijät ja resurssit vähenevät. Teollisuuden osalta taas laitosten väheneminen ja toisaalta myös siirtyminen ulkomaille vähentävät ilmanlaadun tutkimuksen rahoittajia. Toisin sanoen, ennen kuin ilmanlaadun tutkimusta Pirkanmaalla voidaan edistää, täytyy sen vaatimat rahoitus- ja henkilöstöongelmat aivan ensimmäiseksi ratkaista.

Tällä hetkellä ilmanlaadun mittausten osalta ongelmana ovat esimerkiksi haihtuvien hiilivetyjen sekä metallien tutkimuksen vähäisyys. Ympäristölupavolvollisten laitosten mittaus näiden yhdisteiden osalta on riippuvainen luvan määräyksistä eikä kattavaa mittausverkostoa ole. Haihtuvien hiilivetyjen osalta ongelmana on liikenteen ja energiantuotannon päästöjen yhdistämisen vaikeus mittauksissa, koska mitattavia yhdisteitä voivat olla esimerkiksi VOC:t, NMVOC:t, PAH:t ja hiilivedyt. Tällä hetkellä hiilivedyt eivät myöskään kuulu Tampereella tai Valkeakoskella ilmanlaadun yhteistarkkailun mitattaviin komponentteihin. Myös mittauslaitteiden ja -menetelmien saatavuus on vielä tällä hetkellä melko heikkoa. Haihtuvien hiilivetyjen mittaustarpeen suunnittelemiseksi esimerkiksi päästökartoitukset olisivat tärkeitä apuvälineitä.

Tulevaisuudessa siis huomiota tullaan yhä enemmän kiinnittämään haihtuviin hiilivetyihin sekä metalleihin. Rikkidioksidin ja haisevien rikkinyhdisteiden osalta mittausten tarpeellisuus on harkinnassa ja Tampereella SO₂ -mittaukset on jo lopetettu. Kun yhteistarkkailua rikkidioksidipäästöille ei ole, ei saada myöskään tietoa rikkipäästöjen kehityksestä, vaikka päästöjä yhä aiheutuu esimerkiksi energiantuotannosta. Tämän vuoksi energiantuotantolaitoksille voitaisiin esimerkiksi ympäristöluvan yhteydessä määrätä oma itsenäinen mittausvelvoite tai leviämismallikartoituksen toteutusvelvoite, jotta rikkipäästöjä pystyttäisiin kontrolloimaan ja valvomaan ilman yhteistarkkailuakin.

6.1.1

Liikenne

Pirkanmaan kuntien ympäristöviranomaisille suunnatun kyselyn mukaan kuntien merkittävimmiksi päästölähteiksi valittiin energiantuotanto sekä liikenne. Energiantuotannon osuus päästöistä on tällä hetkellä merkittävä, mutta ehkä tärkeämmäksi päästölähteeksi tulevaisuudessa voidaan kuitenkin nostaa liikenne. Liikenteen määrä

ja polttoaineenkulutus Pirkanmaalla on lisääntynyt, mikä on hidastanut liikenteen päästöjen määrän laskua. Kaupunkien, varsinkin Tampereen seudun kasvun sekä matkojen pituuden lisääntymisen seurauksena myös liikennemäärät kasvavat. Tästä on seurauksena merkittäviä päästöjä runsaasti liikennöidyillä tie- ja katuosuuksilla, mikä taas asettaa haasteita kaavoitukselle ja tiesuunnittelulle terveyshaittojen ehkäisemiseksi. Tieliikenteen osalta ongelmallisia ovat kahdessa paikassa syntyvät päästöt, kun sekä ajoneuvojen moottorien polttoprosesseissa (Gaffney & Marley 2009) että renkaiden ja tien sekä hiekoitushiekan kontaktissa syntyy päästöjä (Kupiainen 2007).

6.1.2

Pienpoltto

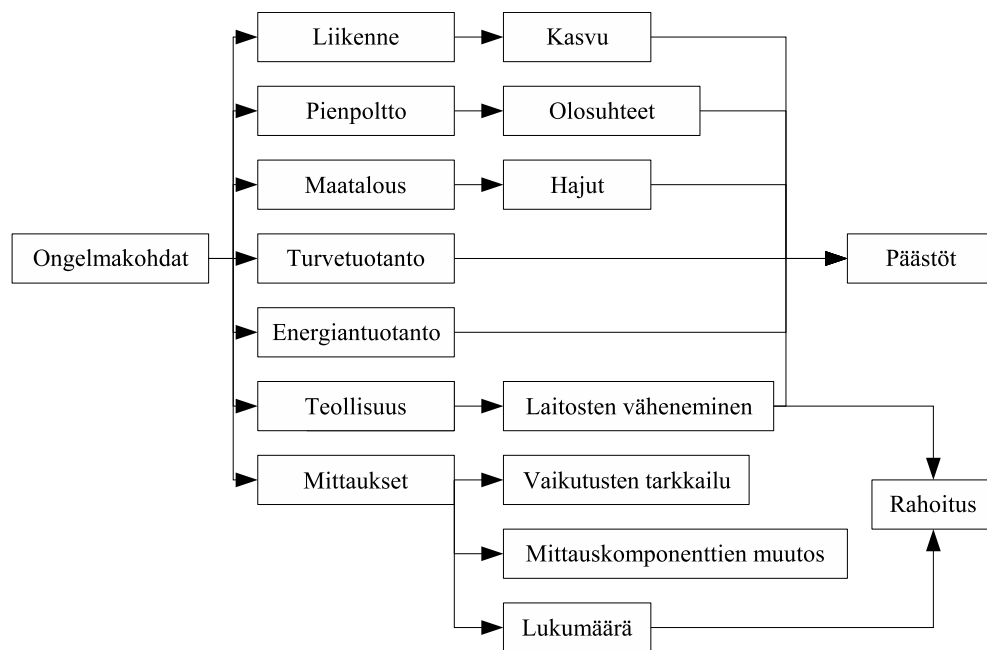
Pienpolton päästöt ovat aihe, jonka tutkimus on viime vuosina lisääntynyt. Pienpolttoon kuuluu sekä lisälämmitys puilla että pelletti- tai esimerkiksi öljylämmitys kotitalouksissa, joissa savukaasuja ei kuitenkaan yleensä puhdisteta. Ongelmallisinta pienpoltto on tiheään asutuilla taajama-alueilla, joissa sitä käytetään runsaasti varsinkin talviaikaan (Haaparanta ym. 2003). Tällöin savukaasut vaikuttavat paikallisesti ja ilmanlaatu voi huonontua merkittävästikin. Laajamittainen energiantuotanto taas pistelähteenä on merkittävä päästöjen tuottaja, mutta savukaasujen puhdistustekniikoidensa vuoksi sitä ei tässä selvityksessä tarkastella merkittävänä lähteenä.

6.1.3

Maatalous ja turvetuotanto

Maatalous on päästölähde, johon Pirkanmaalla ei aikaisemmin ole kiinnitetty kovin paljon huomiota. Tällä hetkellä kuitenkin esimerkiksi teollisuuden ja energiantuotannon päästöt ovat pienentyneet niin paljon, että maatalouden päästöt nousevat aikaisempaa merkittävämpään asemaan. Terveydelle haitallisista päästöistä hiukaset ja karjatalouden ammoniakki ovat maatalouden ensisijaisia päästöjä (Mikkola ym. 2002), mutta myös esimerkiksi kasvihuoneilmiötä voimistavaa typpioksiduulia vapautuu maaperästä ja varsinkin lannoituksen on todettu lisäävän N_2O -päästöjä (Maljanen ym. 2007, Petersen ym. 2006). Maatalouden osalta varsinkin ammoniakin ja amiinien aiheuttamat hajuhaitat saattavat Pirkanmaalla nousta suurempaan osaan ja niiden tarkkailuun jatkossa tulisi suunnata voimavaroja. Varsinkin suurilla tuotantotiloilla syntyvät hajut voivat haitata läheisten asutusalueiden viihtyisyyttä merkittävästi.

Myös turvetuotantoon tulisi tulevaisuudessa suunnata huomiota Pirkanmaalla. Turvetuotannon päästöt koostuvat pölystä, jota esiintyy kesän kuivina aikoina. Pölyn kulkeutumiseen vaikuttavat maastonmuodot ja terveys- ja viihtyvyshaitan kannalta asutuksen sijainti turvetuotantoalueeseen nähden on oleellinen (Väyrynen ym. 2008). Turvetuotannon päästöt vaativat huomioonottamista niin toiminnanharjoittajalta kuin lupa- ja kaavoitusviranomaisiltakin. Turvetuotannon tavoin myös kiviaineksen otto-, louhinta-, murskaus- ja muussa toiminnassa ilmaan vapautuvat päästöt tulisi huomioida.



Kuva 6.1. Yhteenveto ilmanlaadun kehittämisen ongelmista Pirkanmaalla.

6.2

Ilmanlaadun parantamis- ja kehittämis ehdotukset

Pirkanmaan ympäristökeskuksessa oli yhdessä kuntien kanssa tarkoitus suorittaa jo vuosia sitten Pirkanmaan kattava bioindikaattorikartoitus, samaan aikaan Hämeen ja Uudenmaan ympäristökeskusten alueella tehtyjen kartoitusten kanssa. Tämä hanke kuitenkin kaatui rahoituksen puuttuessa (Ivalo 2009), mutta osittain jo tehtyjen valmistelujen vuoksi uuden selvityksen aloittaminen rahoituksen järjestyessä saattaisi olla mahdollista. Kartoitusten uusiminen tietyin välein olisi myös tärkeää ilmanlaadun aiheuttamien ympäristön muutosten havaitsemiseksi. Nykyiset mittausasemat tuottavat tärkeää tietoa, josta on Pirkanmaalla jo vuosikymmenten perinteet, joten ilmanlaadun mittausten jatkuminen on edellytyksenä tehokkaalle ympäristön tilan seuraamiselle ja mahdollisten uusien mittausasemien perustaminen tulisi selvittää esimerkiksi bioindikaattorikartoituksin. Leviämis- ja hajumallinlaskelmien suorittaminen on tulevaisuudessakin tärkeää, koska niiden avulla saadaan tarkkaa tietoa tietyn alueen ilmanlaadun tilasta ja kehittymisestä. Hajuhaittojen torjumiseksi esimerkiksi karjataloudessa hajumittaukset ja -mallinnukset ovat keino selvittää hajun kulkeutumista kohti asutusta. Liikenteen ja etenkin tiettyjen vilkkaasti liikennöityjen tieosuuksien päästöjen mallinnukseen leviämismallilaskelmat ovat oivallisia apuvälineitä.

6.2.1

Polttotekniikat ja liikenne

Koko Suomen osalta teollisuus- ja energiantuotantolaitosten savukaasujen puhdistustekniikoiden kehitys, ja sitä kautta uusien tekniikoiden ottaminen laitoksissa käyttöön, on apuna pistemäisten lähteiden aiheuttamien päästöjen hillinnässä. Tekniikoiden käyttöönotto on kuitenkin kiinni laitokset omistavista yrityksistä, mutta myös viranomaisilla on lupakäytäntöjen puolesta mahdollisuus vaikuttaa laitosten prosesseihin, jos niiden katsotaan nykytilassa olevan ympäristölle haitallisia. Myös polttoaineen valinta niin energiantuotannossa kuin pienpoltossa ja liikenteessä vaikuttaa. Puun

polton päästöt koostuvat hiukkasista, hiilimonoksidista sekä hiilivedyistä, kun taas esimerkiksi kevyen polttoöljyn poltossa syntyviä yhdisteitä ovat hiilidioksidi, typen oksidit sekä orgaanisten yhdisteiden päästöt (Haaparanta ym. 2003). Liikenteessä diesel- ja bensiinikäyttöisten ajoneuvojen päästöt riippuvat käytetyistä puhdistustekniikoista, katalysaattoreista. Bensiiniautojen kolmitoimikatalysaattorin käytön aikaisina päästöinä ovat typen oksidit, hiilidioksidi sekä vesi kun taas ilman katalyyssiä palamistuotteita olisivat hiilivedyt, typen oksidit sekä hiilimonoksidi (Limbeck 2007). Ilman katalysaattoria dieselkäyttöisten ajoneuvojen päästöt koostuvat typen oksideista, hiukkasista, hiilimonoksidista sekä hiilivedyistä (Nelson ym. 2008), jotka erilaisin menetelmin (mm. SCR -katalysaattori) voidaan pyrkiä poistamaan (Fang & DaCosta 2003).

Liikenteessä katalysaattorien käyttö, ja varsinkin raskaiden dieselajoneuvojen SCR-katalysaattorien käyttöönotto, on tärkeää ajoneuvojen päästöjen hillinnässä. Samaan aikaan myös muiden moottorikäyttöisten laitteiden katalysaattoreiden kehitys ja käyttöönotto edesauttaa päästöjen pienenemistä. Ajoneuvoissa moottoritekniikat vaikuttavat päästöjen syntyyn ja koostumukseen. Esimerkiksi Tampereella joukkoliikenteen uusin kalusto kulkee EEV -standardoiduilla (Enhanced Environmentally Friendly Vehicles) vähäpäästöisillä moottoreilla ja tulevaisuudessa kiinnostusta on erilaisiin hybridiajoneuvoihin (TKL 2009). EEV -standardi on Euroopan neuvoston ja parlamentin direktiiviin perustuva standardi, jonka päästörajat raskaille ajoneuvoille ovat samankaltaisia kuin EURO 5 -standardissa. Erona EURO 5 -standardiin on EEV -standardin noin 33 % matalampi hiukkasten raja-arvo (2005/55/EY).

Muita koko Suomen liikennepäästöjen vähentämisen keinoja ovat esimerkiksi verotus (Weckström 2007), vanhojen ajoneuvojen poistaminen käytöstä ja katsastuksen valvonta (Nagal ym. 2006). Vanhojen ajoneuvojen käytöstä poisto perustuu niiden vanhentuneisiin tekniikoihin, kuten katalysaattorien puuttumiseen sekä huomattaviin päästömääriin. Muita, varsinkin Pirkanmaalla mahdollisia liikenteen päästöjen vähentämisen keinoja ovat esimerkiksi joukkoliikenne, sen kehittäminen, hinnoittelu ja asiakasmyönteisyys, tiesuunnittelu, vyöhykemaksut, joutokäynnin rajoittaminen ja kävelyn sekä pyöräilyn lisääminen.

Joukkoliikenteen kehittäminen sisältää monia toimia, joiden avulla kannustetaan yksityisautoilusta siirtymistä joukkoliikenteen käyttöön. Joukkoliikenteen vähäpäästöisemmän kaluston lisäksi esimerkiksi kuljettajien kouluttaminen vähäpäästöisempään ajotapaan on yksi keino alentaa päästöjä. Joukkoliikenteen kehittäminen sisältää taas esimerkiksi aikataulujen, vuorojen, linjojen sekä joukkoliikenteelle varattujen kaistojen suunnittelua ja uudistamista (Weckström 2007). Tavoitteena olisi saada aikaan toimiva ja kattava joukkoliikennejärjestelmä Pirkanmaalla, kun etenkin Tampereen seudulla joukkoliikenteen toimivuus on erityisen tärkeää. Joukkoliikenteen lippujen hinnoittelulla voidaan myös kannustaa sen käyttöön ja lisätä asiakasmyönteisyyttä. Keskustojen hyvän ilmanlaadun takaamiseksi pyöräilyn ja kävelyn suosiminen on tärkeää. Näitä toimintoja varten tulisi varata riittävästi jalankulku ja pyöräilykaistoja. Myös yksityisautoilun vähentämisellä saadaan keskustoissa lisää tilaa jalankulkua ja pyöräilyä varten (Weckström 2007).

Yksityisautoilun vähentäminen keskusta-alueilla pienentää autoilun päästöjä vilkaskulkuisilla ja kapeillakin kaduilla. Autoilua voitaisiin vähentää hyvillä pysäköintialueilla keskustojen lähellä tai esimerkiksi vyöhyke- ja ruuhkamaksuilla. Ruuhkamaksuja voidaan ottaa käyttöön myös ruuhkaisilla tieosuuksilla keskustojen ulkopuolella. Pysäköintialueilla huomioitavaa olisi pysäköintipaikkojen määrä hinnoittelu, sallittu pysäköintiaika, -virhemaksut sekä toiminnan sujuvuus. Myös ympäristövyöhykkeet voitaisiin ottaa kaupungeissa käyttöön. Vyöhykkeellä tarkoitetaan sellaista aluetta, jonka sisällä voisivat ajaa ainoastaan tietyn päästöluokan tai tekniikan omaavat ajoneuvot. Muiden liikenteen päästöjen osalta tiesuunnittelulla on suuri merkitys. Ruuhkaisten katu- ja tieosuuksien sujuvuutta voidaan parantaa

liikenneohjauksen, esimerkiksi liikennevalojen avulla. Myös uusia tieliittymiä voidaan rakentaa sujuvuuden parantamiseksi (Weckström 2007). Ajonopeuden ja jou-
tokäynnin (VNA 1266/2002) rajoittamisella ja ohjaamisella voitaisiin myös parantaa
liikenteen asemaa päästölähteenä.

Tampereella linja-autoliikenteen lisäksi on tutkittu myös mahdollisuutta raitio-
tie- sekä lähijunaliikenneverkoston lisäämistä seudun joukkoliikenteeseen. Erilaisia
vaihtoehtoja ja niiden vaikutuksia pitkällä aikavälillä on tutkittu aina vuoteen 2025
asti. Tarkasteltuja joukkoliikennevaihtoehtoja olivat bussiliikenteen kehittäminen,
katuraitiotie-, pikaraitiotie- ja lähijunaliikennevaihtoehto, joiden toteutukseen myös
laadittiin aikatauluja. Vuoteen 2015 tarkoituksena on kehittää bussiliikennettä sekä
aloittaa katuraitiotiehanke sekä lähijunaliikenteen parantaminen (TASE 2005).

6.2.2

Katupöly

Katupölyn muodostumisen ja poiston menetelmistä tehtiin vuosina 2005 – 2007 KA-
PU -projektin merkeissä tutkimus, johon myös Tampereen kaupunki osallistui. Tut-
kimuksen aikana katupölynmittauksia tehtiin Tampereella Nuuskija -auton avulla.
Tutkimuksen mukaan katupölyn puhdistuksella on merkitystä ilman PM_{10} -pitoi-
suuksiin (Tervahattu 2007), kun taas esimerkiksi Normanin & Johanssonin vuonna
2006 tekemässä tutkimuksessa merkittävää yhteyttä hiukkaspitoisuuksien ja katujen
puhdistuksen välillä ei havaittu. Varsinkin kalsiumkloridilla ($CaCl_2$) suoritettut ka-
tujen pesut vähensivät KAPU -tutkimuksen mukaan hiukkasia. Kastelun ansiosta
tienpinnan pöly sitoutuu $CaCl_2$:iin eikä nouse ilmaan (Tervahattu 2007).

Katupölyn muodostumiseen vaikuttavat niin sääolosuhteet, tien materiaalit, hie-
koitus, tienpinnan kosteus, ajonopeus sekä rengasmallit. Sääolosuhteet, kuten tuulet
vaikuttavat hiukkasten leviämiseen, kun taas toisaalta sadeolosuhteet ja näin ollen
katupinnan kosteus sitovat pölyä maahan (Tervahattu ym. 2007). Eri rengasmallien
osalta nastarenkaat kuluttavat tienpintaa eniten ja myös murskaavat hiekoitushiek-
kaa, mikä saa aikaan enemmän pölyä, kuin esimerkiksi kitkarenkaat (Kupiainen,
2007, Norman & Johansson 2006, Tervahattu ym. 2007). Talvisin käytettävän hie-
koitushiekan tai -murskeen ominaisuudet vaikuttavat myös pölyn muodostukseen
(Kupiainen 2007, Tervahattu ym. 2007). Mitä pienempi raekoko hiekalla/murskeella
on, sitä helpommin se murskautuu, hienontuu pieneksi ja nousee pölynä ilmaan. Toi-
saalta myös hiekan/murskeen mineraalikoostumus vaikuttaa, koska heikot mineraal-
it ovat herkempiä murskautumaan. Myös tien materiaaleissa on eroja. Kova asfaltti
ei murskaannu helposti renkaiden alla, mutta sitä vasten taas hiekoitusmateriaalit
murskautuvat helpommin. Tämän ongelman ratkaisemiseksi hiekoitusmateriaalin ja
tien pinnoitteen suhteella on merkitystä katupölyn muodostumisessa. Tienpäällyste-
materiaaleista esimerkiksi nupukiveyksen on tutkittu olevan hankalinta katupölyn
kannalta verrattuna asfalttiin, koska sen epätasaisuuden vuoksi puhdistustoimet
ovat ongelmallisia (Tervahattu ym. 2007). Näiden seikkojen huomioon ottamisen
lisäksi katupölyn vaikutusten ehkäisemiseksi parhaan puhdistustekniikan, kuten
esimerkiksi imulakaisun, pesun, painepesun tai liukkauden eston toteuttaminen
suolauksen avulla on tärkeää.

6.2.3

Pienpoltto

Puun tai muiden materiaalien pienpolttoa käytetään asunnoissa useimmiten toissi-
jaisena lämmönlähteenä, kun taas esimerkiksi kevyttä polttoöljyä ja pellettejä voi-
daan käyttää koko asunnon lämmityksessä polttoaineena. Poltto tapahtuu yleensä
tulisijoissa tai pienkattiloissa, joiden päästöille ei Suomessa kuitenkaan tällä hetkellä

ole päästörajoja (Haaparanta ym. 2003). Päästöjen vähentämiseen on kuitenkin erilaisia keinoja, jolloin huomiota tulee kiinnittää erilaisiin polttoainesiin, polttotapaan ja -paikkaan liittyviin seikkoihin. Puunpolton päästöihin vaikuttavat polttoaineen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet, kuten palakoko, kosteus, lämpöarvo ja tuhkapitoisuus. Polttolaitteen osalta sen tyyppi (esim. liesi, pienkattila, kiuas, takkasydän), polttoteknisen ominaisuudet, säätölaitteet ja mahdolliset puhdistimet myös vaikuttavat päästöihin. Ominaisuuksia ja säätölaitteita ovat esimerkiksi polttoperäite, arina, palamisilman syöttö sekä teho. Laitteen käyttäjä voi osaltaan vaikuttaa polttoaineeseen, sen laatuun ja varastointiin, panos- ja palakokoon, sytykkeisiin ja sytytystapaan, ilmamäärän säätöön sekä laitteen huoltoon (Tissari 2009).

Palamisen laatuun ja näin päästöihin vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi korkea palamislämpötila. Tällöin kaasut palavat loppuun ja reaktiot ovat nopeampia ja täydellisempiä. Myös palamisaika on tällöin lyhempi. Jotta lämpötila pysyisi tarpeeksi korkeana, on tulipesän tiiviydellä, lämpökapasiteetilla ja eristyksellä tärkeä sija. Riittävä palamisilma on myös yksi päästöihin vaikuttavista tekijöistä. Jos palamisilmaa on liian vähän, syntyy kitupolttilanne, jossa tuotteena on haitallisia yhdisteitä, kuten esimerkiksi hiilimonoksidia ja PAH-yhdisteitä. Palamisilmaa on oltava tällöin riittävästi hyvän sekoittumisen takaamiseksi, jolloin panoskoko ei kuitenkaan saa olla ilmansyöttöaukkoihin nähden liian suuri. Ongelmana runsaasta palamisilmasta saattaa kuitenkin olla tulipesän lämpötilan aleneminen (Tissari 2009).

Muita palamisen päästöihin vaikuttavia tekijöitä ovat primääri- ja sekundaari-ilman suhde sekä palamisilman ja savukaasujen sekoittuminen. Usein puun poltossa sekundaari-ilman saanti on hyvin heikkoa tai sitä ei ole lainkaan, mikä heikentää polton laatua. Kuitenkin moderneissa tulisijoissa sekundaari-ilman syöttö edesauttaa polttoaineen toisiopalamista. Riittävä palamisilman ja savukaasujen sekoittuminen taas nostaa palamislämpötilaa ja vähentää ylimääräilman tarvetta, jolloin epätäydellistä palamista ja siitä johtuvia päästöjä ei polttolaitteessa aiheudu (Tissari 2009).

Pienpolton päästöjen vähentämisessä tiedotus ja opastus kuluttajille puuttuvien raja-arvojen vuoksi on tärkeää. Oikean tulisijan tai polttolaitteen valintaan tulisi olla saatavilla ohjausta esimerkiksi internetin kautta. Myös polttoaineen valinnassa ja oikean polttotavan oppimisessa tulisi antaa ohjausta. Myös mm. puutarhajätteen poltosta ja sen toteuttamisesta tulisi olla saatavilla tietoa. Tulevaisuudessa pienpolton päästöjä kontrolloidaan ehkä enemmän savukaasun puhdistusjärjestelmien avulla, mutta puhtaan polttotavan hallitseminen ja omaksuminen nyt on taajamien ilmanlaadun kannalta erityisen tärkeää.

6.2.4

Maatalous ja turvetuotanto

Maatalouden päästöjä ovat pääasiassa tässäkin selvityksessä tarkastellut hiukkaset ja ammoniakki. Hiukkaspäästöjä syntyy lannankäsittelystä orgaanisina yhdisteinä sekä maaperästä tulevan päästönä esimerkiksi peltojen muokkauksessa (Ympäristöhallinto 2009a). Hiukkaspäästöjen vähentämisen keinoina ovat lannankäsittelyn kehittäminen sekä maaperän muokkauksen ajoittaminen. Maan pölyäminen on runsainta kuivan sään aikana, joten maaperän muokkaus esimerkiksi sateiden jälkeen vapauttaa vähemmän hiukkasia ilmaan.

Ammoniakin osalta taas suurimpana lähteenä ovat karjatalouden lannan säilytys ja käsittely sekä lannoitteiden käyttö. Päästöjen vähentämisessä ammoniakkipitoisten lannoitteiden vähentäminen on suuressa osassa, mutta myös lannan säilytyksessä ja käsittelyssä voidaan tehdä erilaisia muutoksia päästöjen minimoimiseksi. Ammoniakkipitoinen lanta voidaan mahdollisimman nopeasti mullata tai levittää maaperään. Lantavarastojen osalta esimerkiksi virtsasäiliöt ja lietesäiliöt voidaan kattaa päästöjen haihtumisen estämiseksi ja kuivalantavarastot peittää. Lannan johtaminen säiliöihin

voidaan toteuttaa alakautta ja karjasuojissa voidaan käyttää huuhtelujärjestelmiä, kun taas siipikarjasuojissa lanta voidaan kuivata (Grönroos 1998).

Turvetuotannon hiukkaspäästöjen vähentämisessä taas periaatteena on estää hiukkasten leviäminen asutukseen asti. Yksinkertaisimpana toimenpiteenä voidaan pitää turvetuotantoalueiden sijoittamista riittävän kauaksi asutuksesta ja suunnitella myös turpeen kuljetus etäälle asutuksesta. Turvesoilla päästöjen leviämiseen voidaan vaikuttaa suuntaamalla sarat poikittain asutukseen nähden ja tuotantoa voidaan myös ajoittaa niin, että siitä aiheutuisi mahdollisimman vähän haittoja. Päästöjen leviämisen estämiseen taas voidaan käyttää suojavyöhykettä. Se koostuu vähintään 400 m leveästä metsäisestä alueesta tuotantoalueen ja asutuksen välillä. Suojavyöhyke on toimivimmillaan korkea, tiheä ja useita eri lajeja sisältävä, koostuen eri kasvillisuuskerroksista, jolloin hiukkasten pidäytyminen alueeseen on mahdollisimman suuri (Väyrynen ym. 2008).

Itse turpeen tuotannossa hiukkasten aiheuttamia haittoja voidaan torjua erilaisilla tekniikoilla. Imuvaunuissa voidaan esimerkiksi käyttää sykloneita hiukkasten erottamiseksi ilmapirrasta. Aumauksen päästöjä voidaan vähentää aumojen sijoittamisella suojaisiin paikkoihin ja niiden peittämisellä. Kuivauskenttien osalta tulisi huolehtia siitä, ettei kentille jää kuivaa turvetta. Myös tuulen suunta tulisi ottaa huomioon turvetuotannossa ja esimerkiksi lastaustoimet suunnitella tuuliolosuhteiden mukaan. Turvetuotantoalueilla tuulen suuntaa ja voimakkuutta tulisi myös mitata leviävän pölyn haitan arvioimiseksi (Väyrynen ym. 2008).

6.2.5

Alueidenkäyttö

Alueidenkäytöllä ja kaavoituksella on ilmapäästöjen vähentämisessä keskeinen rooli. Alueidenkäytön suunnittelulla voidaan vaikuttaa teollisuusalueiden sijoittumiseen ja näin estää asuinalueiden sijoittuminen lähelle päästölähdettä. Samalla tavoin myös maatalouden osalta alueidenkäytössä voidaan kiinnittää huomiota suurten maatalousalueiden sijoittumiseen ja aiheutuvan hajun haittoihin. Päästöjen leviämisen ja vaikutusten arvioinnissa voidaan tällöin käyttää apuna esimerkiksi leviämismalleja, päästökartoituksia ja hajujen osalta hajumallinnuksia. Jo valtakunnallisissa alueidenkäytön tavoitteissa ja niitä ohjaavassa energia- ja ilmastostrategiassa tavoitteena on pyrkiä terveelliseen ja viihtyisään elinympäristöön.

Kaavoituksella taas varsinkin liikenteen päästöjen ja niiden vaikutusten vähentämisessä on suuri rooli. Vilkasliikenteisten väylien sijoittuminen etäälle asutuksesta voidaan toteuttaa kaavoituksella. Liikenteeseen vaikuttavista tekijöistä myös ruuhkia ja niiden sijoittumista voidaan ohjata kaavoituksen avulla. Muita liikenteen päästöihin vaikuttavia kaavoituksen toimia ovat esimerkiksi pyöräily- ja kävelykaistojen lisäys. Myös pienpoltto ja siitä aiheutuvat haitat tulisi tulevaisuudessa ottaa kaavoituksessa huomioon. Tiheästi rakennetulla pientaloalueella puun ja muiden polttoaineiden poltosta aiheutuvat päästöt ja haittavaikutukset voivat olla huomattavia.

Suurten hankkeiden kohdalla yleisön kiinnostus terveys- ja viihtyvyyshaittoja kohtaan usein lisääntyy ja sekä alueidenkäytössä että kaavoituksessa tämä seikka tulisi ottaa huomioon. Tarjolla tulisi tällöin olla asianmukaista tietoa esimerkiksi päästöistä ilmaan ja niiden vaikutuksista, jotka usein pyritään selvittämään jo YVA-arvioinnissa. Tällaisia merkittäviä ilmanlaatuun joko paikallisesti tai laajemmaltikin vaikuttavia hankkeita ovat esimerkiksi Tampellan tunnelihanke Tampereella sekä jätteenpolttolaitoshanke.

Innovaatiot Pirkanmaalla

Pirkanmaalaisista innovaatioista ilmanlaatuun tai sen tutkimukseen liittyen tarkasteltiin kahta kohdetta. Hiukkasanalysaattoreita valmistavaa Dekati Oy:tä sekä Sastamassa sijaitsevaa Äetsän vetykylähanketta. Nämä hankkeet ovat vaikuttaneet positiivisesti ilmanlaadun ja puhtaampien teknologioiden kehityksessä niin Suomessa kuin maailmallakin ja tuoneet uudet innovaatiot konkreettisesti myös lähelle kuluttajia. Dekati on Tampereen Messukylässä sijaitseva laitos, joka valmistaa pienhiukkasten mittausrakenteita sekä aerosolien tutkimukseen erikoistuneita laitteita. Laitteiden käyttökohteina ovat esimerkiksi polttoprosessien tutkimus, ilmanlaadun mittaus, materiaalien prosessointi sekä farmasiaan ja turvallisuuteen liittyvät sovellukset. Laitteita käytetään ympäri maailmaa ja pienhiukkasten mittaukseen suunniteltu ELPI -mittalaite onkin yrityksen tunnetuksi tehnyt innovaatio. ELPI -analysaattori kehitettiin Tampereen teknillisen yliopiston aerosolifysiikan laboratoriossa, josta se kaupallistettiin Dekati -yrityksen voimin 90 -luvun alkupuolella (Dekati 2009).

Äetsän vetykylä -hanke on Sastamalan kunnassa toimiva projekti, jonka tarkoituksena on tutkia teollisuuden ylijäämänä syntyvän vedyn hyötykäyttämähallinnointia. Hankkeessa ovat mukana Pirkanmaan, Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan maakunnat, muutamat kunnat sekä yritykset, joiden tuella hanketta rahoitetaan. Hankkeen tutkimuskohteena oleva vety saadaan klooraattia tuottavan kemikaalitehtaan sivutuotteena. Tavoitteena on edistää vetyteknologiaa, sen tutkimusta ja liiketoimintaa sekä parantaa yritysten toimintaedellytyksiä vetyteknologioiden parissa. Mukana tutkimuksessa ovat mm. VTT ja Tampereen teknillinen yliopisto. Tutkittavia kohteita ovat vedyn tuotantoon ja varastointiin liittyvät seikat, polttoaineena käytettävän vedyn kuljetus ja tankkausjärjestelmät sekä polttokennoteknologia. Tarkoituksena on toteuttaa pilot -mittakaavassa materiaalien tutkimusta sekä testaus- ja analyysipalveluja. Vetykylässä myös sijaitsee pienajoneuvojen tankkauspiste sekä pientaloja, joissa sähköä ja lämpöä tuotetaan vedystä (Prizztech 2007).

7 Yhteenveto

Tämän työn tavoitteena oli tarkastella Pirkanmaan ilmanlaadun tilaa 2000 -luvulla, kartoittaa tehtyjä selvityksiä ja ongelmakohtia ilmanlaadun tarkkailussa sekä esittää ehdotuksia sen kehittämiseksi. Kuvan 5.2 mukaisesti keskeisin päästökomententti Pirkanmaalla on hiilimonoksidi, jonka pääasiallisena lähteenä on liikenne. Hiilimonoksidin lisäksi kuitenkin myös typen oksidien ja haihtuvien hiilivetyjen määrät ovat korkeita, ja näiden yhdisteiden lähteitä ovat esimerkiksi liikenne sekä energiantuotanto.

Selvityksen mukaan päästöt Pirkanmaalla ovat laskemassa, kun tarkasteltavia päästölähteitä olivat liikenne, teollisuus ja energiantuotanto sekä maatalous. Liikenteen päästöissä laskua on tapahtunut koko 2000 -luvun ajan huolimatta liikennemäärien ja polttoaineenkulutuksen kasvusta. Myös teollisuuden ja energiantuotannon päästöt ovat laskeneet, mikä johtunee uusista savukaasujen puhdistusjärjestelmistä, polttoainevalinnoista sekä myös laitosten määrän vähenemisestä. Tässä tutkimuksessa teollisuuden ja energiantuotantolaitosten päästöjen kartoitusta kuitenkin haittasi se, että tarkastelussa olivat mukana ainoastaan ympäristökeskusten ja -lupavirastojen luvittamat ympäristölupavolliset laitokset, jolloin kokonaiskuvaa Pirkanmaan päästöistä ei saatu. Lupavollisten laitosten esittämissä päästömäärissä saattaa myös ajoittain olla virheitä, jotka voivat vääristää tuloksia.

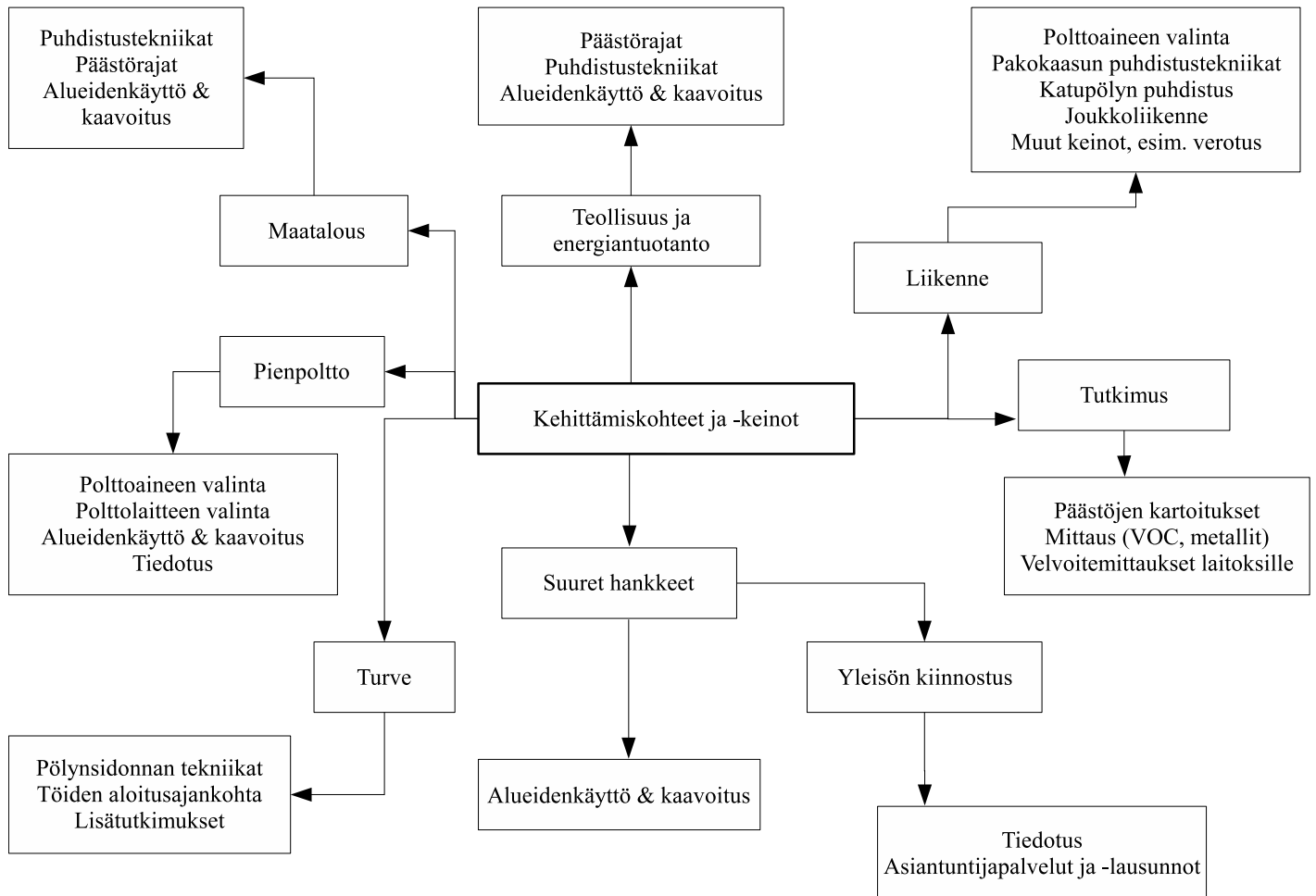
Maatalouden päästöjen osalta taas selvää laskua ammoniakki- ja hiukkaspäästöissä ei havaittu, vaan päästöt vaihtelivat vuosittain, mikä voi johtua maatalouden muutoksista, mutta myös laskentajärjestelmän ominaisuuksista. Koska Hertta -laskentajärjestelmä saa maatalouden päästötietonsa kyselyjen sekä tilastotietojen avulla, virheet näissä tiedoissa voivat vaikuttaa myös tämän tutkimuksen tuloksiin. Liikenteen ja teollisuuden sekä energiantuotannon päästöistä maatalouden päästöt eroavat siinä, että maatalouden päästöt keskittyvät Pirkanmaalla lähinnä maatalousvaltaisiin sekä taajaan asuttuihin kuntiin. Liikenteen, energiantuotannon sekä teollisuuden päästöt taas keskittyvät kaupunkimaisiin ja taajaan asuttuihin kuntiin.

Pirkanmaan ilmanlaadun tilaa tarkkaillaan tällä hetkellä kuntien toimesta kahdessa kunnassa, Tampereella ja Valkeakoskella. Muissa kunnissa aktiivista ilmanlaadun tutkimusta ei ole käynnissä, vaikka aikaisempina vuosina varsinkin bioindikaattoritutkimusten teko kunnissa on ollut yleistä. Ilmanlaadun tarkkailupisteet myös sijaitsevat Pirkanmaalla melko suppealla alueella, mikä ei anna kokonaiskuvaa ilmanlaadun tilasta maakunnassa. Mittauspisteet tosin ovat keskittyneet luonnollisesti suurimpiin teollisuuden ja liikenteen keskittymiin, joissa mittaukset ovat terveyden ja viihtyvyyden kannalta tärkeimpiä. Tutkimuksia ja varsinkin bioindikaattorikartoituksia tämän selvityksen mukaan kaivattaisiin eri kunnissa vertailun ja nykyisen ilmanlaadun tilan selvittämiseksi. Teknologian kehitystä ilmansuojeluun liittyen Pirkanmaalla kuitenkin edistetään voimakkaasti yliopistojen ja tutkimuslaitosten sekä yritysten ja yhteisöjen voimin.

Ilmanlaadun kehittämistarpeet ja -ratkaisut on esitetty kuvassa 7.1. Tärkeimmäksi kehittämiskohteeksi nousee liikenne, johon voidaan vaikuttaa sekä alueidenkäytön että kaavoituksen keinoin, mutta myös kuntien omilla ratkaisuilla esimerkiksi joukko-liikenteen lisäämisellä ja katupölyn uusien poistotekniikoiden käyttöönotolla. Ilmanlaadun mittauksen ja tutkimusten kehittämisellä, ja varsinkin haihtuvien hiilivetyjen sekä metallien mittauksen mukaan ottamisella ilmanlaadun yhteistarkkailuohjelmiin, on suuri rooli ilmanlaadun kehittämisessä Pirkanmaalla. Kuitenkin yhteistarkkailusta poistuvien yhdisteiden, kuten rikkidioksidin päästöjä, on syytä mitata jatkossakin esimerkiksi niitä tuottavien laitosten toimesta.

Alueidenkäytöllä voidaan vaikuttaa myös jossain määrin teollisuuden ja energiantuotannon sekä maatalouden päästöjen vaikutuksiin ja tulevaisuudessa ehkä myös pienpolton vaikutuksiin. Merkittävässä hankkeissa ilmanlaadun huomioi-

minen ja esimerkiksi päästökartoitusten ja leviämismalliselvitysten tekeminen tuo apua suunnitteluun. Näissä hankkeissa myös yleisön kiinnostus lisääntyy, jolloin tarvetta asiantunteville palveluille ja neuvonnalle on runsaasti. Eri sektoreilla, kuten maataloudessa, liikenteessä, teollisuudessa, energiantuotannossa ja pienpoltossa, myös laitteistojen ja puhdistustekniikoiden valinta on olennaista. Samalla yleisölle on myös oltava tietoa eri toimintojen vaikutuksesta ilmanlaatuun ja keinoista päästöjen hillitsemiseksi. Myös lisää tutkimusta eri aloilta kaivataan Pirkanmaalla erityisesti turvetuotannon osalta.



Kuva 7.1. Ilmanlaadun kehittämiskohteet ja tapoja ilmanlaadun parantamiseksi Pirkanmaalla.

Symboliluettelo

BVOC	Biogenic Volatile Organic Compounds, biologisesti muodostuneet haihtuvat orgaaniset yhdisteet
CH ₃ SH	Metyylimerkaptani
CH ₃ SCH ₃	Dimetyylisulfidi
CH ₃ SSCH ₃	Dimetyylidisulfidi
CO	Hiilimonoksidi
H ₂ S	Rikkivety
HC	Hydrocarbons, hiilivedyt
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change, hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli
IPTJ	Ilmapäästötietojärjestelmä
N ₂ O	Dityppioksidi, typpioksiduuli
NH ₃ + NH ₄	Ammoniakki + ammoniumtyppi
NH ₃	Ammoniakki
NMVOC	Non-Methanous Volatile Organic Compounds, haihtuvat orgaaniset yhdisteet metaania lukuunottamatta
NO	Typpimonoksidi
NO ₂	Typpidioksidi
NO _x	Typhen oksidit
O ₃	Otsoni
PAH	Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, polysykliset aromaattiset hiilivedyt
PM _{0,1}	Ultrapienet hiukkaset
PM ₁₀	Hengitettävät hiukkaset
PM _{2,5}	Pienhiukkaset
SO ₂	Rikkidioksidi
TRS	Total Reduced Sulphur, haisevat rikkiyhdisteet, pelkistyneet rikkiyhdisteet
TSP	Total Suspended Particulates, kokonaisleijuma
VOC	Volatile Organic Compounds, haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Kirjallisuus

- AKE 2009. Ajoneuvokantatilastot. Ajoneuvohallintokeskus. <http://www.ake.fi/AKE/Tilastot/Ajoneuvokanta/> [Viitattu 1.7.2009.]
- Antson, H., Hakala, I., Karjalainen, A., Koivula, K., Gyllenberg, P., Hirvikallio, H., Lahti, J., Soljamo, K., Silvo, K., Silander, S., Tikkanen, S. & Villikka, J. 2008. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) liuotimia käyttävässä pintakäsittelyssä. Suomen ympäristö 23/2008. Suomen ympäristökeskus. Helsinki 2008. 109 s.
- Anttila, P., Alaviippola, B. & Salmi, T. 2003. Ilmanlaatu Suomessa -mitatut pitoisuudet suhteessa ohje- ja raja-arvoihin sekä vertailua eurooppalaisiin pitoisuusarvoihin. Ilmanlaadun julkaisuja 33. Ilmatieteen laitos. Helsinki 2003. 105 s.
- Armstrong, B., Hutchinson, E., Unwin, J. & Fletcher, T. 2004. Lung cancer risk after exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: a review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives* 970 – 978:112:2004.
- Atkinson, R. 2000. Atmospheric chemistry of VOCs and NO_x. *Atmospheric Environment* 2063 – 2101:34:2000.
- Bari, A., Baumbach, G., Kuch, B. & Scheffknecht, G. 2008. Wood smoke as a source of particle-phase organic compounds in residential areas. *Atmospheric Environment* 1 – 11:XXX:2008.
- Bhugwant, C., Siéja, B., Bessafi, M., Staudacher, T. & Ecomier, J. 2009. Atmospheric sulfur dioxide measurements during the 2005 and 2007 eruptions of the Piton de la Fournaise volcano: Implications for human health and environmental changes. *Journal of Vulcanology and Geothermal Research* 208 – 224:184:2009.
- Bordad, J. C. M. & Gomes, J. F. P. 1998. Characterisation of non-condensable sulphur containing gases from Kraft pulp mills. *Chemosphere* 1235 – 1240:7:1998.
- Cho, C-H., Chiu, N-C., Ho, C-S. & Peng C-C. 2008. Carbon monoxide poisoning on children. *Pediatr Neonatol* 121 – 125:49:2008.
- Coleman, J. W. 2001. Nitric oxide immunity and inflammation. *International Immunopharmacology* 1397 – 1406:1:2001.
- Conti, M. E., Cecchetti, G. 2001. Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment -a review. *Environmental Pollution* 471 – 492:114:2001.
- Curtis, L., Rea, W., Smith-Willis, P., Fenyves, E. & Pan, Y. 2006. Adverse health effects of outdoor air pollutants. *Environment International* 815 – 830:32:2006.
- Davis, M. L. & Cornwell, D. A. 1998. Introduction to environmental engineering. Third edition. WCB/McGraw-Hill 1998. 919 s.
- de Nevers 1995. Air pollution engineering. Mc Graw-Hill, Inc. 1995. 506 s.
- Dekati 2009. <http://www.dekati.fi/> [Viitattu 17.9.2009.].
- Direktiivi 2007/715/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset 715/2007/EY moottoriajoneuvojen tyyppihyväksynnästä kevyiden henkilö- ja hyötyajoneuvojen päästöjen (Euro 5 ja Euro 6) osalta ja ajoneuvojen korjaamiseen ja huoltamiseen tarvittavien tietojen saatavuudesta. EUVL L171, 29.6.2007, s. 1 – 16.
- Direktiivi 2008/50/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/50/EY ilmanlaadusta ja sen parantamisesta. EUVL L152, 11.6.2008, s. 1 – 44.
- Direktiivi 94/63/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 94/63/EY bensiinin varastoinnista ja sen jakelusta varastolueilta huoltoasemille aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) päästöjen torjunnasta. EYVL L365, 31.12.1994, s. 24 – 33.
- Elminir, H. K. 2005. Dependence of urban air pollutants on meteorology. *The Science of Total Environment* 225 – 237:350:2005.
- Elsilä, A. 2009. Terveysinsinööri, Tampereen kaupunki, Tampere. Suullinen tiedonanto 10.6.2009.
- Erisman, J. W., Bleeker, A., Hensen, A. & Vermeulen, A. 2008. Agricultural air quality in Europe and the future perspectives. *Atmospheric Environment* 3209 – 3217:42:2008.
- Fang, H. L. & DaCosta, H. F. M. 2003. Urea thermolysis and NO_x reduction with and without SCR catalyst. *Applied Catalyst B: Environmental* 17 – 34:46:2003.
- Forsberg, B., Stjernberg, N. & Wall, S. 1997. Prevalence of respiratory and hyperreactivity symptoms in relation to levels of criteria air pollutants in Sweden. *European Journal of Public Health* 291 – 196:3:1997.
- Gaffney, J. S. & Marley, N. A. 2009. The impacts of combustion emissions on air quality and climate - From coal to biofuels and beyond. *Atmospheric Environment* 23 – 36:43:2009.
- Gallego, E., Soriano, C., Roca, F. X., Perales, J. F., Alarcón, M. & Guardino, X. 2008. Identification of the origin of odour episodes through social participation, chemical control and numerical modeling. *Atmospheric Environment* 8150 – 8160:42:2008.
- Grantz, D. A., Garner, J. H. B. & Johnson, D.W. 2003. Ecological effects of particulate matter. *Environment International* 213 – 239:29:2003.
- Grönroos, J., Nikander, A., Syri, S., Rekolainen, S. & Ekqvist, M. 1998. Maatalouden ammoniakkipäästöt. Osa 1: Päästöt ja niiden kehittyminen, osa 2: päästöjen vähentäminen ja vähentämiskustannukset. Suomen ympäristö 206. Suomen ympäristökeskus. Helsinki 1998.
- Haahtela, T., Marttila, O., Vilkkä, V., Jäppinen, P. & Jaakkola, J. J. K. 1992. The South Karelia air pollution study: Acute health effects of malodorous sulphur air pollutants released by a pulp mill. *American Journal of Public Health* 603 – 605:82:1992.

- Haaparanta, S., Myllynen, M. & Koskentalo, T. 2003. Pienpoltto pääkaupunkiseudulla. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2003:18. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta (YTV). Helsinki 2003.
- Hansen, J. Q., Winther, M. & Sorenson, S. C. 1995. The influence of driving patterns on petrol passenger car emissions. *The Science of the Total Environment* 129 – 139:169:1995.
- Hedley, A. J., Wong, C.-M., Thac, T. Q., Ma, S., Lam, T.-H. & Anderson, H. R. 2002. Cardiorespiratory and all-cause mortality after restrictions on sulphur content of fuel in Hong Kong: an intervention study. *The Lancet* 1646 – 1653:23:2002.
- Hellén, H., Hakola, H., Haaparanta, S., Pietarila H. & Kauhaniemi, M. 2008. Influence of residential wood combustion on local air quality. *Science of the Total Environment* 283 – 290:393:2008.
- Hongisto, M. 1998. Hilatar, a regional scale grid model for the transport of sulphur and nitrogen compounds. Description of the model. Part of the report: Finnish Meteorological Institute Contributions No. 21. Yliopistopaino, Helsinki 1998. 58 s. Saatavilla osoitteesta: http://www.fmi.fi/kuvat/hilatar_model_description_partA.pdf
- Hongisto, M. 2003. Hilatar, a limited area simulation model for acid contaminants – Part I: model description and verification. *Atmospheric Environment* 1535 – 1547:37:2003.
- Horváth, L., Führer, E. & Lajtha, K. 2006. Nitric oxide and nitrous oxide emissions from Hungarian forest soils; linked with atmospheric N-deposition. *Atmospheric Environment* 7786 – 7795:40:2006.
- HY 2009. Ilmakehätieteet. Ilmakehätieteiden ja geofysiikan osasto, fysiikan laitos. Helsingin yliopisto. <http://www.atm.helsinki.fi/> [Viitattu 13.7.2009.]
- Ilmansuojeluasetus 24.7.1982/716. (Kumottu)
- Ilmansuojelulaki 25.1.1982/67. (Kumottu)
- IPCC 2007. IPCC Fourth Assessment Report -Climate Change 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change. Saatavilla osoitteesta: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm [Viitattu 25.9.2009.]
- Ivalo, L. 2009. Ylitarkastaja, Pirkanmaan ympäristökeskus, Tampere. Sähköpostiviesti 15.9.2009.
- Jacob, D. J. & Winner, D. A. 2009. Effect of climate change on air quality. *Atmospheric Environment* 51 – 63:43:2009.
- Jalava, P. 2008. Toxicological characterization of size-segregated urban air particulate matter in macrophage cell line. Effects of chemical composition and sources. Academic dissertation. National Public Health Institute, University of Kuopio. Yliopistopaino, Helsinki 2008.
- Janson, R. & de Serves, C. 2001. Acetone and monoterpene emissions from the boreal forest in northern Europe. *Atmospheric Environment* 4629 – 4637:35:2001.
- Johansson, L. S., Leckner, B., Gustavsson, L., Cooper, D., Tullin, C. & Potter, A. 2004. Emission characteristics of modern and old-type residential boilers fired with wood logs and wood pellets. *Atmospheric Environment* 4183 – 4195:38:2004.
- Jussila, I., Joensuu, E. & Laihonon, P. 1999. Ilman laadun bioindikaattoriseuranta metsäympäristössä. Ympäristöopas 59. Ympäristöministeriö. Helsinki 1999. 57 s.
- Karppinen, A., Kukkonen, J., Elolähde, T., Konttinen, M., Koskentalo, T. & Rantakrans, E. 2000. A modelling system for predicting urban air pollution: model description and applications in the Helsinki metropolitan area. *Atmospheric Environment* 3723 – 3733:34:2000.
- Kartastenpää, R., Pohjola, V., Walden, J., Salmi, T. & Saari, H. 2004. Ilmanlaadun mittausohje. Versio 1.0. Ilmatieteen laitos, ilmanlaadun tutkimus. Helsinki 2004. 124 s. Saatavilla osoitteesta: http://www.fmi.fi/kuvat/ilmanlaadun_mittausohje.pdf
- Karvosenoja, N. 2008. Emission scenario model for regional air pollution. Monographs of the Boreal Environment Research 32. Finnish Meteorological Institute. Edita Prima Ltd, Helsinki 2008.
- KOM(2007) 851. Ehdotus, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi moottoriajoneuvojen ja moottorien tyypin hyväksynnästä raskaiden hyötyajoneuvojen päästöjen osalta (Euro VI) ja ajoneuvojen korjaamiseen ja huoltamiseen tarvittavien tietojen saatavuudesta, annettu 21. joulukuuta 2007. 25s. Saatavilla osoitteesta: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0851:FIN:FI:PDF>
- KOM(2008) 812. Ehdotus, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi bensiinihöyryn talteenotto -ohjelman toisesta vaiheesta, joka koskee henkilöautojen polttoainetäydennystä huoltoasemilla, annettu 4. joulukuuta 2008. 12 s. Saatavilla osoitteesta: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0812:FIN:FI:PDF>
- Koponen, H. T., Escudé Duran, C., Maljanen, M., Hytönen, J. & Martikainen P. J. 2006. Temperature responses of NO and N₂O emissions from boreal organic soil. *Soil Biology & Biochemistry* 1779 – 1787:38:2006.
- Kourtidis, K., Kelesis, A. & Petrakakis, M. 2008. Hydrogen sulfide (H₂S) in urban ambient air. *Atmospheric Environment* 7476 – 7482:42:2008.
- Krupa, S. V. 2003. Effect of atmospheric ammonia (NH₃) on terrestrial vegetation: a review. *Environmental Pollution* 179 – 221:124:2003.
- Kukkonen, J., Karppinen, A., Mikhail, S., Kangas, L., Karvosenoja, N., Johansson, M., Tuomisto, J., Tainio, M., Koskentalo, T., Aarnio, P., Kousa, A., Pirjola, L. & Kupiainen, K. 2007. Kokonaismalli pienhiukkasten päästöjen, leviämisen ja riskin arviointiin -KOPRA. Tutkimuksia No. 1 STU-1. Ilmatieteen laitos. Helsinki 2007. 41 s. Saatavilla osoitteesta: <http://hdl.handle.net/10138/1141>
- Kupiainen, K. 2007. Road dust from pavement wear and traction sanding. Monographs of the Boreal Environment Research 26. Finnish Environment Institute. Helsinki 2007. 52 s.
- Kytölä, J. 2009. Ympäristötarkastaja, Valkeakosken kaupunki, Valkeakoski. Sähköpostiviesti 27.4.2009.
- Lahtinen, T. 2009. Ylitarkastaja, ympäristöministeriö, Helsinki. Sähköpostiviesti 9.6.2009.

- Lemieux, P. M., Lutes, C. C. & Santoianni, D. A. 2004. Emissions of organic air toxics from open burning: a comprehensive review. *Progress in Energy and Combustion Science* 1 – 32:30:2004.
- Lewtas, J. 2007. Air pollution combustion emissions: Characterization of causative agents and mechanisms associated with cancer, reproductive, and cardiovascular effects. *Mutation research* 95 – 133:636:2007.
- Limbeck, A., Puls, C. & Handler, M. 2007. Platinum and palladium emissions from on-road vehicles in the Kaisermühlen tunnel (Vienna, Austria). *Environmental Science & Technology* 4938 – 4945:41:2007.
- Macdonald, B. C. T., Denmead, O. T., White, I. & Melville, M. D. 2004. Natural sulfur dioxide emissions from sulfuric soils. *Atmospheric Environment* 1473 – 1480:38:2004.
- Maljanen, M., Martikkala, M., Koponen, H. T., Virkajärvi, P. & Martikainen, P. J. 2007. Fluxes of nitrous oxide and nitric oxide from experimental excreta patches in boreal agricultural soil. *Soil Biology & Biochemistry* 914 – 920:39:2007.
- Mao, I-F, Tsai, C-J., Shen, S-H., Lin, T-F, Chen, W-K. & Chen, M-L. 2006a. Critical components of odors in evaluating the performance of food waste composting plants. *Science of the total environment* 323 – 329:370:2006.
- Mao, J., Jian, X-Q., Yang, L-Z., Zhang, J., Qiao, Q-Y., He, C-D. & Yin, S-X. 2006b. Nitrous oxide production in a sequence batch reactor. Wastewater treatment system using synthetic wastewater. *Pedosphere* 415 – 456:16:2006.
- Mayer, H. 1999. Air pollution in cities. *Atmospheric Environment* 4029 – 4037:33:1999.
- Metla 2006. Metsien terveys. Metsäntutkimuslaitos. Päivitetty 14.6.2006. <http://www.metla.fi/metinfo/metsienterveys/> [Viitattu 18.9.2009.]
- Mikkola, H., Puumala, M., Kallioniemi, M., Grönroos, J., Nikander, A. & Holma, M. 2002. Paras käytettävissä oleva tekniikka kotieläintaloudessa. Suomen ympäristö 564, Suomen ympäristökeskus. Helsinki 2002.
- Mäkelä, K. 2009. Erikoistutkija, VTT, Espoo. Sähköpostiviesti 2.7.2009.
- Nelleman, C. & Thomsen, M. G. 2001. Long term changes in forest growth: potential effects of nitrogen deposition and acidification. *Water, Air and Soil Pollution* 197 – 205:128:2001.
- Nelson, P. F., Tobbett, A. R. & Day, S. J. 2008. Effects of vehicle type and fuel quality on real world toxic emissions from diesel vehicles. *Atmospheric Environment* 5291 – 5303:42:2008.
- Norman, M. & Johansson, C. 2006. Studies of some measures to reduce road dust emissions from paved roads in Scandinavia. *Atmospheric Environment* 6154 – 6164:40:2006.
- Oksanen, E. J. 2001. Increasing tropospheric ozone level reduced birch (*Betula pendula*) dry mass within a five years period. *Water, Air, and Soil Pollution* 947 – 952:130:2001.
- OVA 2009. OVA -ohjeet. Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet -turvallisuusohjeet. Päivitetty 19.10.2009. <http://www.ttl.fi/ova/> [Viitattu 24.8.2009.]
- Petersen, S. O., Regina, K., Pöllinger, A., Rigler, E., Valli, L., Yamulki, S., Esala, M., Fabbri, C., Syväsalu, E. & Vinther, F. P. 2006. Nitrous oxide emissions from organic and conventional crop rotations in five European countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 200 – 206:112:2006.
- Pietarila, H., Salmi, T., Saari, H. & Pesonen, R. 2001. Ilmanlaadun alustava arviointi Suomessa, rikki-dioksidi, typen oksidit, PM₁₀ ja lyijy. Ilmatieteen laitos -ilmanlaadun tutkimus. Helsinki 2001. Saatavilla osoitteesta: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=2953&lan=fi>
- Pirkanmaan liitto 2009. Pirkanmaan kunnat. http://www.pirkanmaa.fi/tietoa_kunnista.html [Viitattu 1.7.2009.]
- PreLex 2009. Toimielinten välinen päätöksentekoprosessi komission ehdotuksesta KOM (2007) 851. Saatavilla osoitteesta: http://ec.europa.eu/prelex/detail_dossier_real.cfm?CL=fi&DosId=196599#399991 [Viitattu 30.6.2009.]
- Prizztech Oy 2007. Äetsän vetykylä. Päivitetty 2007. <http://www.prizz.fi/sivu.aspx?taso=3&id=549> [Viitattu 18.9.2009.]
- Prockop, L. D. & Chichkova R. I. 2007. Carbon monoxide intoxication: An updated review. *Journal of Neurological Sciences* 122 – 130:262:2007.
- Ramírez, J. P. 2007. Prospects on N₂O emission regulations in the European fertilizer industry. *Applied Catalysis B: Environmental* 31 – 35:70:2007.
- Ratahallintokeskus 2008. Suomen rautatietilasto 2008. Saatavilla osoitteesta: <http://rhk-fi-bin.directo.fi/@Bin/8d90b39c2692bc1336111397878613aa/1247030881/application/pdf/2922376/srt08.pdf>
- Rinnan, R., Rinnan, Å., Holopainen, T., Holopainen, J. K. & Pasanen, P. 2005. Emission of non-methane volatile organic compounds (VOCs) from boreal peatland microcosms – effects of ozone exposure. *Atmospheric Environment* 921 – 930:39:2005.
- Räisänen, T. 2008. Impacts of climate change and forest management on monoterpene emission and needle secondary compounds of Boreal Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Dissertationes Forestales* 72. Academic dissertation. Faculty of Forest Sciences. University of Joensuu 2008. 42 s.
- Sacher, F., Lenz, S. & Brauch, H-J. 1997. Analysis of primary and secondary aliphatic amines in waste water and surface water by gas chromatography-mass spectrometry after derivatization with 2,4-dinitrofluorobenzene or benzenesulfonyl chloride. *Journal of Chromatography A*. 85 – 93:764:1997.
- Samoli, E., Aga, E., Touloumi, G., Nisiotis, K., Forsberg, B., Lefranc, A., Pekkanen, J., Wojtyniak, B., Schindler, C., Niciu, E., Brunstein, R., Dodić Fikfak, M., Schwartz, J. & Katsoyanni, K. 2006. Short-term effects of nitrogen dioxide on mortality: an analysis within the APHEA project. *European Respiratory Journal* 1129 – 1137:27:2006.

- Schumann, U. 1997. The impact of nitrogen oxides emissions from aircraft upon the atmosphere at flight altitudes –result from AERONOX project. *Atmospheric Environment* 1723 – 1733:12:1997.
- Seinfeld, J. H. & Pandis, S. N. 2006. *Atmospheric chemistry and physics. From air pollution to climate change*. Second edition. John Wiley & Sons, Inc 2006. 1203 s.
- Smith, S. J., Pitcher, H. & Wigley, T. M. L. 2001. Global and regional anthropogenic sulfur dioxide emissions. *Global and Planetary Change* 99 – 119:29:2001.
- Stubbins, A., Uher, G., Law, C. S., Mopper, K., Robinson, C. & Upstill-Goddard, R. C. 2006. Open-ocean carbon monoxide photoproduction. *Deep-Sea Research II* 1696 – 1705:53:2006.
- Tainio, M. 2009. *Methods and uncertainties in the assessment of the health effects of fine particulate matter (PM_{2.5}) air pollution*. Academic dissertation. National Institute for Health and Welfare, University of Kuopio. Helsinki University Print, Helsinki 2009.
- Takigawa, A., Matsunami, A., Arai, N. & Peng, Y. Z. 2005. Effects of CO and H₂ on the formation of N₂O via catalytic NO reduction. *Energy* 475 – 484:30:2005.
- Tampere 2008. Tampereen ilmanlaatu 2007, päästöt ja ilmanlaadun mittaustulokset. Ympäristöpalvelujen julkaisuja 1/2008. Tampereen kaupunki.
- Tampere 2009a. Tampereen ilmanlaadun mittaustulokset. Neljännevuosiraportti 1/2009. Tampereen kaupunki, kaupunkiympäristön kehittäminen, ympäristönsuojelu 2009.
- Tampere 2009b. Tampereen ilmanlaatu 2008, päästöt ja ilmanlaadun mittaustulokset. Ympäristöpalvelujen julkaisuja 4/2009. Tampereen kaupunki.
- Tervahattu, H., Kupiainen, K., Pirjola, L. & Viinanen, J. 2007. Tutkimuksia katupölyn vähentämiseen tähtäävistä toimenpiteistä. KAPU -projektin loppuraportti. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 14/2007. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Helsinki 2007.
- Tilastokeskus 2009a. Tilastollinen kuntaryhmitys 2009. http://www.stat.fi/meta/luokitukset/kuntaryhmitys/001-2009/luokitusavain_teksti.txt [Viitattu 1.7.2009.]
- Tilastokeskus 2009b. Kuntaportaali. Päivitetty 26.1.2009. <http://www.stat.fi/tup/kunnat/index.html> [Viitattu 1.7.2009.]
- Tissari, J. 2009. Millaisilla tulisisjoilla päästöt pieniksi? 34. Ilmansuojelupäivät, 18. – 19.8.2009 Lappeenranta. Pienhiukkas- ja aerosoliteknikan laboratorio, Kuopion yliopisto 2009.
- Tissari, J. M., Yli-Tuomi, T., Raunemaa, T. M., Tiitta, P. T., Nuutinen, J. P., Willman, P. K., Lehtinen, K. E. & Jokinen, J. K. 2006. Fine particle emissions from milled peat production. *Boreal Environmental Research* 283 – 293:11:2006.
- Tsupari, E., Tormonen, K., Monni, S., Vahlman, T., Kolsi, A. & Linna, V. 2006. Dityppioksidin (N₂O) ja metaanin (CH₄) päästökertoimia Suomen voimalaitoksille, lämpökeskuksille ja pienpoltoille. VTT Working Papers 43. VTT 2006. Saatavilla osoitteesta: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2006/W43.pdf>
- UM 2006. Euroopan unionin lainsäädäntö. Ulkoasiainministeriö. Päivitetty 2006. <http://formin.finland.fi/Public/default.aspx?nodeid=31623&contentlan=1&culture=fi-FI> [Viitattu 30.6.2009.]
- Valkeakoski 2007. Ilmanlaadun mittaustulokset 2007. Valkeakosken kaupunki, ympäristöpalvelut 2007. Saatavilla osoitteesta: http://www.valkeakoski.fi/attachments/julkaisut/sote/ymparistopalvelut/vuosiraportti_2007.pdf
- Vallero, D. 2008. *Fundamentals of air pollution*. Fourth edition. Academic Press, Elsevier Inc 2008. 942 s.
- Vardoulakis, S., Fisher, B. E. A., Pericleous, K. & Gonzalez-Flesca, N. 2003. Modelling air quality in street canyons: a review. *Atmospheric Environment* 155 – 182:37:2003.
- Weckström, M. 2007. Katsaus Euroopan kaupungeissa tehtyihin ilmansuojelun toimintaohjelmiin. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 8/2007. Helsinki 2007. Saatavilla osoitteesta: http://www.hel.fi/wps/wcm/connect/5304d9804a1722a299d2f93d8d1d4668/Julkaisu_08_07net.pdf?MOD=AJPERES
- Weimann, J. 2003. Toxicity of nitrous oxide. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* 47 – 61:1:2003.
- WHO 2003. Hydrogen sulfide: Human health aspects. Concise International Chemical Assessment Document 53. World Health Organization. Geneva 2003.
- WHO 2004. Health aspects of air pollution. Results from the WHO project: "Systematic review of health aspects of air pollution in Europe. World Health Organization 2004.
- WHO 2005a. Effects of air pollution on children's health and development. A review of the evidence. World Health Organization 2005.
- WHO 2005b. Health effects of transport related air pollution. World Health Organization 2005.
- WHO 2006. Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution. Joint WHO/Convention Task Force on the Health Aspect of Air Pollution. European Centre for Environment and Health, Bonn Office. World Health Organization 2006. Saatavilla osoitteesta: <http://www.euro.who.int/document/E88189.pdf>
- VN 2008. Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008. Valtioneuvosto 2008. Saatavilla osoitteesta: http://www.tem.fi/files/20585/Selontekoehdotus_311008.pdf
- VNA 2000. Valtioneuvoston asetus moottoribensiinin ja dieselöljyn laatuvaatimuksista 28.12.2000/1271.
- VNA 2000. Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 18.2.2000/169.
- VNA 2001. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta 9.8.2001/117.
- VNA 2001. Valtioneuvoston asetus orgaanisten liuottimien käytöstä eräissä toiminnoissa ja laitoksissa aiheutuvien haittuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta 23.5.2001/435.

- VNA 2002. Valtioneuvoston asetus moottorikäyttöisten ajoneuvojen joutokäynnin rajoittamisesta 19.12.2002/1266.
- VNA 2002. Valtioneuvoston asetus polttoaineteholtaan vähintään 50 megawatin polttolaitosten ja kaasuturbiinien rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen rajoittamisesta 3.12.2002/1017.
- VNA 2003. Valtioneuvoston asetus alailmakehän otsonista 9.9.2003/738.
- VNA 2003. Valtioneuvoston asetus jätteen polttamisesta 15.5.2003/362.
- VNA 2004. Valtioneuvoston asetus polttomoottoreiden pakokaasu- ja hiukkaspäästöjen rajoittamisesta 9.9.2004/844.
- VNA 2005. Valtioneuvoston asetus orgaanisten liuottimien käytöstä eräissä maaleissa ja lakoissa sekä ajoneuvojen korjausmaalaustuotteissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta 20.10.2005/837.
- VNA 2006. Valtioneuvoston asetus raskaan polttoöljyn ja meriliikenteessä käytettävän kaasuöljyn rikkipitoisuudesta 3.8.2006/689.
- VNA 2007. Valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä 8.2.2007/164.
- VNP 1987. Valtioneuvoston päätös kivihiilen rikkipitoisuudesta 26.11.1987/888.
- VNP 1996. Valtioneuvoston päätös bensiinin varastoinnista ja jakelusta aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta 19.6.1996/468.
- VNP 1996. Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista 19.6.1996/480.
- VNP 1997. Valtioneuvoston päätös öljyjätehuollosta 30.1.1997/101.
- VR 2008. Vastuuraportti 2008. VR-konserni. Valtionrautatiet. Saatavilla osoitteesta: http://www.vr-konserni.fi/attachments/5gppbmBLc/5G6oYqbdM/VR_YKv_2008_Fi.pdf
- Wrońska-Nofer, T., Palus, J., Krajewski, W., Jajite, J., Kucharska, M., Stetkiewicz, J., Wąsowick, W. & Rydzyński, K. 2009. DNA damage induced by nitrous oxide: study in medical personnel of operating rooms. *Mutation Research* 39 – 43:666:2009.
- VTT 2009. Läänen ja kuntien tieliikenteen pakokaasupäästöt vuosina 2001 – 2007. Lipasto, Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä. <http://lipasto.vtt.fi/> [Viitattu 1.7.2009.]
- Väyrynen, T., Aaltonen, R., Haavikko, H., Juntunen, M., Kalliokoski, K., Niskala, A-L. & Tukiainen, O. 2008. Turvetuotannon ympäristönsuojeluopas. Ympäristöopas. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus, Oulu. Edita Prima, Helsinki 2008.
- Yang, W. & Omaye, S. T. 2009. Air pollutants, oxidative stress and human health. *Mutation Research* 45 – 54:674:2009.
- Ympäristöhallinto 2009a. Ilmapäästötietojärjestelmä. Hertta -järjestelmä, versio 5.2, ympäristön kuormitus. Valtion ympäristöhallinto 2009. <http://hertta.vyh.fi/scripts/hearts/welcome.asp> [Viitattu 1.7.2009.]
- Ympäristöhallinto 2009b. Vahti -järjestelmä 2003, versio 1.5. Ympäristönsuojelun tietojärjestelmä. Valtion ympäristöhallinto 2009. <http://vahti.vyh.fi/scripts/vahti2003/vahti2003.asp> [Viitattu 1.7.2009.]
- Ympäristöhallinto 2009c. Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu. <http://www.ymparisto.fi/> [Viitattu 1.7.2009.]
- YM 2009. Tulevaisuuden alueidenkäytöstä päätetään nyt. Tarkistetut valtakunnalliset alueidenkäyttöta-voitteet. Ympäristöministeriö. Helmikuu/2009.
- YSL 2000. Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86.
- YTV 2007. YTV:n ilmanlaatuindeksi. Päivitetty 24.4.2007. http://www.ytv.fi/FIN/ilmanlaatu/indexin_maarittely.htm [Viitattu 25.9.2009.]
- Zhang, Y., Wu, S-Y., Krishnan, S., Wang, K., Queen, A., Aneja, V. P. & Arya, S. P. 2008. Modeling agricultural air quality: Current status, major challenges, and outlook. *Atmospheric Environment* 3218 – 3237:42:2008.

Liite I. Hiukkasten, otsonin (O₃), typen oksidien (NO_x), dityppioksidin (N₂O), ammoniakkin (NH₄), amiinien, hiilivetyjen (HC), hiilimonoksidin (CO), rikkidioksidin (SO₂) sekä haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) terveys- ja luontovaikutukset sekä kasvihuonepotentiaali.

	Terveysvaikutukset	Luontovaikutukset	Kasvihuonekaasupotentiaali
Hiukkaset	Hengitysteiden oireet, keuhkotulehdukset, sydän- ja verisuonielimille haitalliset vaikutukset. Pitkäaikaisessa altistuksessa alempien hengitysteiden oireet, keuhkojen vajaatoiminta, eliniän odotteen lyheneminen noin vuodella (WHO 2004). Erityisesti hiukkasten pieni koko (Tainio 2009) ja kemialliset ominaisuudet vaikuttavat (Jalava 2008).	Metallipitoiset hiukkaset hidastavat kasvua (Grantz 2003) ja kellastuttavat lehtiä (Vallero 2008).	Mustan hiilen vaikutus positiivinen, muiden hiukkaskomponenttien potentiaali negatiivinen (IPCC 2007)
O ₃	Voimakkaana hapettimena aiheuttaa vaurioita kudoksissa (WHO 2005a), hengitysteiden sairauksia (WHO 2004), kuten yskää astmaoireita ja rintakipuja (Vallero 2008) sekä kuolleisuuden lisääntymistä (WHO 2005a).	Lehtien täplikkyyys ja vaaleat laikut, neulasten ruskettuminen ja kuolema. Metsien lajikoostumuksen muuttuminen ja heikkous tuholaislajeille (Vallero 2008). Fotosynteesin heikkeneminen, minkä seurauksena esimerkiksi juurten heikkeneminen (Oksanen 2001).	Positiivinen vaikutus johtuen reaktioista metaanin ja muiden haihtuvien hiilivetyjen sekä hiilimonoksidin ja typen oksidien kanssa (IPCC 2007).
NO _x	NO ₂ :n vaikutuksina keuhkojen toiminnan oireet astmaatikoidilla ja pitkäaikaisessa altistuksessa keuhkojen toiminnan heikkeneminen (WHO 2004), astma, sydänoireet, keuhkosityöpä ja aivohalvaus (Curtis ym. 2006). Sydän- ja verisuoni- sekä hengitystiesairauksiin liittyvien kuolemien lisääntyminen (Samoli ym. 2006). NO:n vaikutuksina tulehdusalttius ja immuniteetin muutokset (Coleman 2001).	Kuivan laskeuman aiheuttamia vaurioita lehtikudoksen keskiosassa, kellastuneisuus ja täplikkyyys. Märän laskeuman vaurioita maaperän ja vesistöjen pH:n muutokset (Vallero 2008). Maaperän metallien huuhtoutuminen ja ongelmat kasvillisuudelle (Nelleman & Thomsen 2000). Kellastuminen, harsuuntuminen, lehtien ja neulasten pudottelu, pakkasenkestävyyden heikkeneminen ja aineenvaihdunnan muuttuminen (Metla 2006).	Positiivinen vaikutus johtuen otsoninmuodostuskyvystä, negatiivinen johtuen reaktioista metaanin kanssa ja kyvystä nitraatinmuodostukseen (IPCC 2007).
N ₂ O	Ei tutkimuksia ulkoilman N ₂ O -pitoisuuksissa. Sisäilman tutkimuksissa suurissa pitoisuuksissa vaikuttaa mm. perimään ja lisääntymiskykyyn (Wrońska-Nofer ym. 2009), keskus- ja ääreishermostoon sekä luuytimeen (Weimann 2003).		Voimakas positiivinen vaikutus (IPCC 2007).
NH ₄	Voimakas pistävä haju, joka ilmenee 5 – 50 ppm:n pitoisuudessa. Hengitysteiden ärsytystä esiintyy kuitenkin jo 20 ppm:n pitoisuudessa. Suuremmissa pitoisuuksissa silmien ja ihon ärsytystä (OVA 2009).	Lehtien tummuminen (Vallero 2008), kasvien ravinnetasapainon muutokset, kutikulan vauriot, lisääntynyt haihtuminen, altistuminen sieni- ja bakteeritautueille sekä hyönteis- ja pakkasvaurioille (Krupa 2003).	
Amiinit	Kalamainen haju jo 0,00044 ppm:n pitoisuudessa ja yli 100 ppm:n pitoisuudessa ammoniakkimainen haju. Hengitysteiden ärsytys, oksentelu ja yskä. Korkeissa pitoisuuksissa keuhköpöhö ja silmien sekä ihon vauriot (OVA 2009). Aromaattisilla amiiniyhdisteillä vaikutuksia myös syövän esiintymiseen (Yang & Omaye 2009).		

	Terveysvaikutukset	Luontovaikutukset	Kasvihuonekaasupotentiaali
CO	Vaikuttaa veren hemoglobiiniin syrjäyttämällä hapen, jolloin kudosten esim. aivojen ja sydämen hapensaanti vaikeutuu. Oireina päänsärky, huimaus, näköhäiriöt, pahoinvointi, sekavuus, heikentynyt keuhkojen kestävyys, valppauden herpaantuminen ja käsi-silmä-koordinaation heikkeneminen. Korkeissa pitoisuuksissa aivo- ja hermostovaurion ja kooman vaara sekä kuolema (Cho ym. 2008, Prockop & Chichkova 2007).		Positiivinen vaikutus otsonin-, metaanin- ja hiilidioksidinmuodostuksen vuoksi (IPCC 2007).
SO ₂	Oireina yskä, liman erityys, ylempien hengitysteiden oireet (Forsberg ym. 1997), astman pahentuminen lapsilla (Curtis ym. 2006) sekä lisääntymisvaikeudet (WHO 2005b). SO ₂ :n vaikutuksesta myös kuolemien tutkittu lisääntyneen (Hedley ym. 2002).	Maaperän ja vesistöjen pH:n muutokset (Vallero 2008). Maaperän metallien huuhtoutuminen ja ongelmat kasvillisuudelle (Nelleman & Thomsen 2000). Märän laskeuman aiheuttamat kellastuminen, har-suuntuminen, lehtien ja neulasten pudottelu, pakkasenkestävyyden heikkeneminen ja aineenvaihdunnan muuttuminen (Metla 2006) sekä lehtivihreän puute (Vallero 2008).	SO ₂ :n muodostama sulfaatti aiheuttaa negatiivisen vaikutuksen (IPCC 2007).
TRS	Rikkivety aiheuttaa hengitysteiden oireita sekä pahoinvointia, päänsärkyä ja silmien kirvelyä (Haahtela ym. 1992, OVA 2009). Erittäin korkeissa pitoisuuksissa havaittu sydän- ja keuhko-oireita, neurologisia oireita, hajuaistin lamaantumista ja lisääntymisvaikeuksia (OVA 2009, WHO 2003). Metyylimerkaptaanin oireet samanlaisia, mutta lievempiä esim. oireita silmissä ja hengitysteissä. Dimetyylisulfidi taas aiheuttaa oireita, kuten silmien ärsytystä, allergista ihottumaa ainoastaan korkeissa pitoisuuksissa (Backlund 2005).		

Liite 2. Joitakin ilmanlaatuun liittyen tehtyjä selvityksiä Pirkanmaan kunnissa.

Kunta	Vuosi	
Akaa	1988	Toijalan ilmanlaadun esiselvitys. Lumme, J. 1988.
	1992	Hämeen mätymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
Hämeenkyrö	1990	Hämeenkyrön ilmanlaadun esiselvitys 1990, Hämeenkyrön ympäristönsuojelulautakunta
	2006	Hämeenkyrön bioindikaattoritutkimus. Oulun yliopisto & Hämeenkyrön kunta 2006.
Ikaalinen	1993	Ilmanlaadun esiselvitys.
Juupajoki	1992	Hämeen mätymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
Kangasala	1985	Ilmansuojelun perusselvitys Kangasalan kunnassa. Emitek Oy 1985.
	1989	Jäkälä- ja neulasvauriokartoitus Kangasalan kunnassa kesällä 1988. Aulio & Aulio 1989. Tutkimuksia 3/1989. Turun yliopisto, biologian laitos, ympäristönsuojelu.
	1992	Hämeen mätymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
	2002	Tampereen seudun typenoksidipäästöjen leviämislaskelmat vuosille 2002 ja 2020. Salmi, J. ym. 2002. Ilmatieteen laitos.
	2008	Kangasalan kunta. Sahalahden Pakkalan kylän broilerikasvattamoiden ja sikaloiden hajupäästöjen leviämismallilaskelmat. Lovén, K. & Pietarila, H. 2008. Ilmatieteen laitos.
Kihniö		
Kuhmalahti	1992	Hämeen mätymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
Kylmäkoski	1992	Hämeen mätymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
Lempäälä	1989	Ilmanlaadun esiselvitys. Ivalo, L. 1989.
	1992	Hämeen mätymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
	2002	Tampereen seudun typenoksidipäästöjen leviämislaskelmat vuosille 2002 ja 2020. Salmi, J. ym. 2002. Ilmatieteen laitos.
Mänttä-Vilppula	1975	Mäntän paperitehtaat & yhdyskuntailma, tutkimuseloste 86. Mäntän paperitehtaat, laboratorio-osasto 1975.
	1989	Mäntän seudun ilmanlaadun perusselvitys. Pesonen ym. 1989. Ilmatieteen laitos.
	1991	Selvitys raskasmetallien leviämisestä Mäntän ympäristössä. Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus 1991.
	1992	Hämeen mätymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
	1995	Selvitys ilmansaasteiden vaikutuksesta männyn kaarnajäkälään. Lillberg 1995.
Nokia	1979	Rikkidioksidin ympäristövaikutusten biologinen peruskartoitus Nokialla. Laurila J. 1979.
	1990	Nokian ilmanlaadun perusselvitys. Air-lx Oy 1990.
	1991	Nokian kaupungin jäkäläkartoitus. Air-lx Oy 1991.
	1992	Hämeen mätymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
	1995	Nokian kaupungin keskustan alueella esiintyneet hajut ajalla 1.10.1993 - 30. 9. 1994, raportti hajuhavainnoista. Enwald, E. 1995. Nokian renkaat.
	1994	Mäntyjen runkojäkäläkartoitus Nokialla. Mikkonen, S. 1994.
	1997	Nokian kaupungin jäkäläkartoitus. Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus 1997.
	2002	Tampereen seudun typenoksidipäästöjen leviämislaskelmat vuosille 2002 ja 2020. Salmi, J. ym. 2002. Ilmatieteen laitos.
Orivesi	2005	Selvitys Nokian kaupungin ympäristön tilasta 2005. Nokian kaupunki, ympäristökeskus, ympäristönsuojeluyksikkö 2005.
	1984	Oriveden Aluelämpö Oy:n Oriveden lämpökeskuksen savukaasujen leviämisseelvitys. Pietarinen, M. 1984. Ilmatieteen laitos.
	1988	Ilmanlaadun esiselvitys. Oriveden kaupunki 1988.
	1992	Hämeen mätymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
	1995	Männyn runkojäkäläkartoitus. Oriveden opiston ympäristöbiologian opiskelijat 1995.
Parkano	2006	Parkanon Voima Oy, CCA -puun polttolaitoksen savukaasupäästöjen leviämisseelvitys. Lappi, S. & Varjoranta, R. 2006. Ilmatieteen laitos.
Pirkkala	1992	Hämeen mätymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
	2002	Tampereen seudun typenoksidipäästöjen leviämislaskelmat vuosille 2002 ja 2020. Salmi, J. ym. 2002. Ilmatieteen laitos.

Pälkäne	1992	Hämeen mäntymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
Punkalaidun		
Ruovesi	1992	Hämeen mäntymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
Sastamala	1992	Nokia Chemicals Äetsän tehtaan ympäristön laadun tarkkailu bioindikaattorien avulla. Jussila, J. 1992. Satakunnan ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 1/1992.
Tampere		Ilmanlaadun tarkkailun neljännesvuosiraportit ja vuosiraportit.
	1981	Tampereen ilman rikki- ja pölypitoisuudet. Häkkinen, A. J. & Rantakrans, E. 1981. Ilmatieteen laitos.
	1992	Hämeen mäntymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
	1992	Tampereen ilmanlaadun perusselvitys. Pesonen R. ym. 1992. Ilmatieteen laitos.
	1993	Tampereen ilmanlaadun kehitys vuoteen 2000 mennessä. Pesonen R. ym. 1993. Ilmatieteen laitos. Tampereen kaupungin ympäristöviraston julkaisu 1/93.
	1994	Ilmanlaadun seuranta 25 vuotta Tampereella, mittaustulokset 1969 - 1993. Tampereen kaupunki, ympäristövirasto, ympäristövalvonta 1994.
	2002	Tampereen seudun typenoksidipäästöjen leviämislaskelmat vuosille 2002 ja 2020. Salmi, J. ym. 2002. Ilmatieteen laitos.
	2004	Pirkanmaan jätehuolto Oy, Tarastejärven jätteenkäsittelykeskuksen hajupäästöjen leviämislaskelmat. Pietarila, H. & Alaviippola B. 2007. Ilmatieteen laitos.
	2004	Tampereen Ratinan alueen asemakaavan ilmanlaatuselvitys. Rasila, T. & Pietarila, H. 2004. Ilmatieteen laitos.
	2004	Tampereen sähkölaitos. Kattilalaitoksen typenoksidipäästöjen leviämislaskelmat. Puputti, K. & Pietarila, H. 2004. Ilmatieteen laitos.
	2005	Ligno Tech Finland Oy, haju- ja hiukkaspäästöjen leviämislaskelmat. Lappi, S. & Pietarila, H. 2005. Ilmatieteen laitos.
	2007	Destia. Tampereen valtatie 3. Autoliikenteen vuosien 2006 ja 2030 typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen leviämislaskelmat. Rasila, T. & Pietarila, H. 2007. Ilmatieteen laitos.
	2007	Pirkanmaan jätehuolto Oy, Koukkujärven jätteenkäsittelykeskuksen hajupäästöjen leviämislaskelmat. Lappi, S. & Pietarila, H. 2007. Ilmatieteen laitos.
	2008	Tampereen sähkölaitos, Sarankulman lämpökeskuksen savukaasupäästöjen leviämislaskelmat. Buyukay, M. ym. 2008. Ilmatieteen laitos.
Urkala	1992	Hämeen mäntymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
Valkeakoski		Ilmanlaadun seurannan kuukausi- ja vuosiraportit
	1978	Valkeakosken puustovauriot. Jokinen, J. 1978.
	1981	Valkeakosken ilmanlaadun perusselvitys V/1977...IV/1979. Kartastenpää, R. ym. 1981.
	1992	Hämeen mäntymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
	2002	Hajututkimus Valkeakoskella. VTT, Valkeakosken kaupunki 2002.
	2005	Valkeakosken typenoksidi-, hiukkas- ja haisevien rikkiyhdistepäästöjen leviämislaskelmat. Rasila, T. ym. 2005. Ilmatieteen laitos.
Vesilahti	1992	Hämeen mäntymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
Virrat	1992	Hämeen mäntymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
Ylöjärvi	1984	Rikkiyhdisteiden leviäminen Hämeen läänin metsissä. Huttunen, S. ym. 1984. Oulun yliopisto.
	1987	Epifyyttijäläkartoitus Ylöjärven kunnassa kesällä 1987. Ympäristönsuojelulautakunta 1987.
	1992	Hämeen mäntymetsien neulas- ja maaperäkartoitus. Huttunen, S. & Lamppu, J. 1992. Oulun yliopisto.
	1992	Ilmanlaadun esiselvitys. Air-lx Oy 1992.
	1997	Runkojäläkäläkartoitus Ylöjärvellä 1996. Keskitalo, P. 1997.
	2002	Tampereen seudun typenoksidipäästöjen leviämislaskelmat vuosille 2002 ja 2020. Salmi, J. ym. 2002. Ilmatieteen laitos.

Liite 3. Pirkanmaan kunnille 23.4.2009 lähetetty kysely koskien kuntien ilmanlaadun tutkimusta, päästölähteitä ja lisätutkimustarvetta.

Hei,

Olen ympäristötieteen opiskelija Jyväskylän yliopistosta ja olen tekemässä Pirkanmaan ympäristökeskuksella opinnäytetyötä Pirkanmaan ilmanlaadun seurannasta ja kehittämistarpeista. Tarkoituksena olisi kesän aikana kerätä haastatteluiden ja julkaisujen avulla tietoa Pirkanmaan ilmanlaadun tilasta ja historiasta ja koota niistä selvitys.

Pyytäisin teitä ystävällisesti osallistumaan työn aineiston keruuseen ja vastaamaan muutamiin kysymyksiin kuntanne ilmanlaadusta ja päästölähteistä. Vastausaikaa on toukokuun loppuun ja vastaukset voi osoittaa sähköpostiini.

- Onko kunnassanne mitattu tai tarkkailtu ilmanlaatua ja jos on, niin milloin ja mitä tekniikoita käyttäen?
- Onko kunnassanne tehty aiemmin kirjallisia selvityksiä tai raportteja ilman laatuun ja tarkkailuun liittyen?
- Onko tehty bioindikaattorikartoituksia, esimerkiksi neulas- tai jäkäläkartoituksia ja jos on, niin milloin?
- Onko kunnassanne tehty päästökartoituksia?
- Nimeäisittekö kuntanne suurimmat päästölähteet (esimerkiksi teollisuudesta, energiantuotannosta ja/tai liikenteestä).
- Onko mielestänne kunnassanne tarvetta ilmanlaadun tarkkailulle ja mittauksille tai bioindikaattorikartoituksille?

Liite 4. Tampere-Lielähti (TPE-LLH), Lielähti-Kokemäki (LLH-KKI), Lielähti-Parkano (LLH-PKO), Tampere-Toijala (TPE-TL), Tampere-Orivesi (TPE-OV) ja Orivesi-Haapamäki (OV-HPK) välisten rataosuuksien hiilimonoksidin (CO), hiilivetyjen (HC), typen oksidien (NO_x), hiukkasten (PM) sekä rikkidioksidin (SO₂) päästötiedot sähkö- ja dieseljunaliikenteestä vuonna 2008 Lipasto -järjestelmän mukaan.

Rataosa	Liikennemuodot (t/a)	CO	HC	NO _x	PM	SO ₂
TPE-LLH, LLH-TPE	Sähköjunaliikenne	0,41	0,04	0,98	0,11	0,71
	Dieseljunaliikenne	0,58	0,27	4,78	0,08	1,2 × 10 ⁻³
	Yhteensä	0,99	0,32	5,75	0,20	0,71
LLH-KKI, KKI-LLH	Sähköjunaliikenne	2,16	0,22	5,17	0,61	3,76
	Dieseljunaliikenne	2,22	1,05	18,32	0,31	4,2 × 10 ⁻³
	Yhteensä	4,38	1,27	23,49	0,92	3,77
LLH-PKO, PKO-LLH	Sähköjunaliikenne	3,06	0,31	7,31	0,86	5,32
	Dieseljunaliikenne	3,61	1,71	29,75	0,51	0,01
	Yhteensä	6,67	2,02	37,06	1,37	5,33
TPE-TL, TL-TPE	Sähköjunaliikenne	4,04	0,41	9,66	1,13	7,03
	Dieseljunaliikenne	5,63	2,67	46,43	0,79	0,01
	Yhteensä	9,67	3,08	56,08	1,93	7,04
TPE-OV, OV-TPE	Sähköjunaliikenne	1,34	0,14	3,20	0,38	2,33
	Dieseljunaliikenne	4,11	1,95	35,21	0,59	0,01
	Yhteensä	5,45	2,09	38,41	0,96	2,34
OV-HPK, HPK-OV	Sähköjunaliikenne	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Dieseljunaliikenne	2,75	1,31	24,81	0,40	0,01
	Yhteensä	2,75	1,31	24,81	0,40	0,01

Liite 5. Kunnittaiset Vahti -järjestelmän mukaiset teollisuuden ja energiantuotannon hiilimonoksidin (CO), haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (NMVOC), haisevien rikkiyhdisteiden (TRS), rikkidioksidin (SO₂), typen oksidin (NO_x), hiukkasten (PM) sekä metallien päästömäärät vuosina 2000 – 2008. Mukana eivät ole kuntien luvittamat laitokset. NMVOC:n, CO:n ja metallien osalta tiedot ovat puutteelliset.

AKAA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
PM (t)	24,09	28	35,8	23,1	15,5				
NMVOC (t)	5,9		4,4	4,8	2,7				
SO _x /SO ₂ (t)	39	0,6	0,6	0,54	7,5				
NO _x /NO ₂ (t)	29,02	11,5	11,5	13,4	8,8				
Metallit (kg)	3,71	3,5							
HÄMEENKYRÖ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CO (t)		34	34						14976
PM (t)	0,5	0,02	0,06	0,06	0,09		0,2		
NMVOC (t)		21,2	21,5		0,02				
SO _x /SO ₂ (t)	3,1	0,09	0,11	0,14	0,13	0,08	0,26	0,09	0,09
NO _x /NO ₂ (t)	168	170,03	208,83	159,47	155,21	133,05	165,72	145,61	112,6
Metallit	95,64						4,26		
IKAALINEN	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
PM (t)	2,61	0,35	0,35	0,46	0,38	0,43	0,3	0,1	0,2
SO _x /SO ₂ (t)	32,4					0,76	0,81	0,82	0,82
NO _x /NO ₂ (t)	16,23	21,2	38,84	34,87	36,38	37,82	34,6	41,03	14,51
Metallit	4,42	5,96	3,05	4,03	3,38	3,85	4,17	3,39	4,69
KANGASALA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CO (t)	82	85							
PM (t)	1,33	1,33	1,33	1,25	5,26	3,78	3,81	4	0,28
NMVOC (t)	7	7	7	7	7,1	7	7	4,6	9,8
SO _x /SO ₂ (t)	0,9	0,9	0,92	0,9	59,8	66,48	67,07	70,61	1,12
NO _x /NO ₂ (t)					20,66	27,57	27,83	29,31	
Metallit (kg)	78,58	78,58	78,58	78,58	78	77	78	78	88
LEMPÄÄLÄ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CO (t)								0,8	
PM (t)							1,03	1,99	4,5
NMVOC (t)								3,6	16,7
SO _x /SO ₂ (t)							0,42	10,69	
NO _x /NO ₂ (t)							3,02	8,71	
MÄNTTÄ-VILPPULA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CO (t)						1,1			0,1
PM (t)	32,31	35,03	41,96	53,6	87,74	87,52	56,66	36,57	2,61
NMVOC (t)	26,4	16	22,7	24,2	9,2	20,1	11,2	18,7	22,2
SO _x /SO ₂ (t)	350,85	340,3	329,1	353,3	377,89	330,77	199,82	55,01	48,19
NO _x /NO ₂ (t)	262,83	256,55	263,32	270,12	291,55	304	229,04	80,84	25,9
Metallit (kg)	180,84	160,65	65,78	160,75	143,02	249,75	139,78	132,95	133,96

NOKIA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CO (t)						3,04		2,3	1,7
PM (t)	1,99	0,2			0,5	1,18	0,6	0,6	0,4
NMVOC (t)	142,5	119,3	87,6	95,5	76,3	90,5	70,2	87,7	79,6
SO _x /SO ₂ (t)	20,44	0,4							
NO _x /NO ₂ (t)	95,51	75,88	65,41	81,14	101,46	106,45	109,1	130,73	106,69
Metallit (kg)		0,92			0,79				
PARKANO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
PM (t)							7	9,4	8
SO _x /SO ₂ (t)							0,05		
NO _x /NO ₂ (t)							6,5	7,05	6,16
PIRKKALA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
PM (t)	5	7,95	1,86	1,76	1,62	2,94	0,56	0,61	
SO _x /SO ₂ (t)	5,9	3,6	1,4		0,72		0,5	0,61	
NO _x /NO ₂ (t)	6	7,5	0,7		1	2	1,5	1,62	0,5
Metallit (kg)	286	280			826	788	827	957	
RUOVESI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CO (t)						9,9	8,57	8,14	8,65
PM (t)	31,71		32,62	32,43	34,6	41	14,91	14,84	11,33
SO _x /SO ₂ (t)	22,55		17,66	18,74	29,5	20,11	11,64	15,93	8,84
NO _x /NO ₂ (t)	21,58		10,09	10,86	12,43	11,31	4,7	6,28	3,61
Metallit (kg)			116,71	119,21	162,09	168,18	125,65	135,65	110,48
SASTAMALA	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
PM (t)	21,84	14,12	5,83	3,06	9,48	8,97	14,84	16,76	30,17
NMVOC (t)	316,7	268,2	318,1	401,2	400,1	424,2	478,8	456,7	367,5
SO _x /SO ₂ (t)	74,68	62,93	53,81	48,98	58,37	63,9	57,25	60,79	50,45
NO _x /NO ₂ (t)	90,73	43,02	132,31	121,62	85,75	78,8	95,09	100,06	73,22
Metallit (kg)		836,35							
TAMPERE	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CO (t)	568,8	684	503	684	684	491,9	735,8	506	382,9
PM (t)	225,31	179,04	139,48	113,68	67,94	58,23	59,37	53,9	47,18
NMVOC (t)	3312,4	1125,7	744,9	723,5	1125,6	956,5	392,7	384,3	325,1
SO _x /SO ₂ (t)	676,17	655,59	580,51	621,35	511,1	329,13	521,02	562,46	401,86
NO _x /NO ₂ (t)	1111,37	1169,01	1093,1	1282	1171,1	1033,8	1160,8	1152,9	899,25
Metallit (kg)	2863,55	1688,41	1534,1	1687,2	1463,4	1338,5	1687	1954	687,2
VALKEAKOSKI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CO (t)									9,09
PM (t)	614,96	610,51	617	691,03	947,77	783,44	383,59	419,34	325,87
NMVOC (t)	156,9	148,2	118,9	112,8	84,6	61,3	72,1	89,5	74,2
TRS (t)	69,8	84,6	55,9	72,3	48,8	45,7	56	69,4	11
SO _x /SO ₂ (t)	870,8	902,8	955,15	1179,8	597,6	656,3	439,9	542,1	612,2
NO _x /NO ₂ (t)	1232,9	1235,02	1187,6	1165,6	919,61	776,9	1126,4	907,89	1113,2
Metallit (kg)	92,15	261,74	109,14	99,64	97	96,04	53,15	57,93	92,03
VIR RAT	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
PM (t)	0,69	0,86	0,98	0,9	3,45	3,32	3,56	4,53	4,95
NMVOC (t)	86,2	78,7	89,4	90,5	90,6	93	71,8	78,6	13,5
SO _x /SO ₂ (t)	4,44	4,44	4,72	4,36	1,72	2,55	2,98	285,98	514,08
NO _x /NO ₂ (t)	1,98	1,44	1,62	1,5	19,16	18,05	18,41	25,36	28,54

KUVAILULEHTI

Julkaisija	Pirkanmaan ympäristökeskus			Julkaisu-aika Joulukuu 2009
Tekijä(t)	Elina Tampio			
Julkaisun nimi	Pirkanmaan ilmanlaadun tila, seuranta ja kehittämistarpeet			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Pirkanmaan ympäristökeskuksen raportteja 06/09			
Julkaisun tema				
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut				
Tiivistelmä	<p>Tämän raportin tavoitteena oli kartoittaa ilmanlaadun tilaa Pirkanmaalla 2000 -luvulla, selvittää sen seurannan tarvetta ja esittää erilaisia kehitysehdotuksia ilmanlaadun parantamiseksi alueella. Päästötietoja tutkittiin niin liikenteen, energiantuotannon ja teollisuuden kuin maataloudenkin osalta. Liikenteen päästötiedot saatiin VTT:n Lipasto -järjestelmästä, energiantuotannon ja teollisuuden tiedot ympäristöhallinnon Vahti -järjestelmästä ja maatalouden päästötiedot taas ympäristöhallinnon Hertta -järjestelmästä. Ilmanlaadun seurannan tarvetta ja kuntien merkittävimpiä päästölähteitä kartoitettiin Pirkanmaan kuntiin lähetetyn kyselyn avulla.</p> <p>Liikenteen päästöjen havaittiin laskeneen huolimatta ajoneuvokannan sekä polttoaineenkulutuksen kasvusta. Myös teollisuuden ja energiantuotannon päästömäärien havaittiin laskeneen entisestään 2000 -luvulla huolimatta puutteista ja ongelmista päästötiedoissa. Maatalouden osalta päästöjen lasku ei ole ollut yhtä selkeää, vaan päästömäärät vaihtelivat vuosittain. Ilmanlaadun seurannan osalta tarvetta laajemmille tutkimuksille esimerkiksi bioindikaattoreille ilmeni ympäri Pirkanmaata, kun taas ilmanlaadun mittausten jatkumista toivoivat lähinnä sitä jo harjoittavat kunnat. Merkittävimiksi päästölähteiksi kohosivat energiantuotanto ja liikenne.</p> <p>Ilmanlaadun kehittämisen osalta ongelmakohtiksi raportissa nousivat liikenne, pienpoltto, maatalous, turvetuotanto, teollisuus ja energiantuotanto sekä mittausten ja tutkimusten vähäinen määrä. Kehitysehdotuksiin taas kuuluivat oleellisena osana alueidenkäyttö sekä kaavoitus, uudet päästöjen ja katupölyn puhdistustekniikat, polttoaineiden ja -laitteiden valinta, joukkoliikenteen lisäys sekä tiedotus. Mittausten ja tutkimusten osalta uudet tutkimukset ja mittausten yhtenäistäminen sekä teollisuus- ja energiantuotantolaitosten velvoitemittausten toteutus kuuluivat myös raportin esittämiin kehitysehdotuksiin.</p>			
Asiasanat	ilmansuojelu, ilmanlaatu, Pirkanmaa, epäpuhtaudet, kehittäminen, ympäristön tila, Tampere, Valkeakoski			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Pirkanmaan ympäristökeskus			
	ISBN 978-952-11-3603-0 (nid.)	ISBN 978-952-11-3604-7 (PDF)	ISSN 1796-1793 (pain.)	ISSN 1796-1807 (verkkoi.)
	Sivuja 67	Kieli Suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis. alv 8 %) 12 €
Julkaisun myynti/ jakaja	Pirkanmaan ympäristökeskus, PL 297, 33101 Tampere			
Julkaisun kustantaja	Pirkanmaan ympäristökeskus			
Painopaikka ja -aika	Juvenes Print Oy, 2009			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Pirkanmaa Regional Environment Centre			<i>Date</i> December 2009
<i>Author(s)</i>	Elina Tampio			
<i>Title of publication</i>	The state, monitoring and development needs of air quality in Pirkanmaa			
<i>Publication series and number</i>	Reports of Pirkanmaa Regional Environment Centre 06/09			
<i>Theme of publication</i>				
<i>Parts of publication/ other project publications</i>				
<i>Abstract</i>	<p>The aim of this study was to report the state of air quality in Pirkanmaa in the 21st century, to examine the need for air quality monitoring and to make some development suggestions to improve air quality in the area. Emission data from traffic, energy production and industry as well as agriculture was investigated. Traffic-related data was gathered from VTT's Lipasto -system, data of energy production and industry was from environmental administration's Vahti -system and agricultural data from environmental administration's Hertta -system. The need for air quality monitoring and the major emission sources were solved with an inquiry sent to municipalities in Pirkanmaa.</p> <p>Emissions from traffic were noticed to decrease despite the increase of number of vehicles and use of fuel. There was also a decrease in the energy production and industry related emissions in the 21st century despite the lacks and problems with the data. Decrease in the emissions from the agriculture was not as clear and emissions were observed to vary from year to year. The need for more extensive air quality research, for example bioindicator studies, was detected all around Pirkanmaa, while continuation of air quality monitoring was expected only in municipalities where monitoring is currently in operation. Energy production and traffic were the most significant emission sources according to municipalities.</p> <p>In this report the problems in improving the air quality in Pirkanmaa were traffic, small-scale combustion, agriculture, peat production, industry and energy production as well as small amount of monitoring and researching practices. Suggestions to improve air quality were related to land use and planning, new techniques to reduce emissions and road dust, selection of fuel and combustion techniques, increase in public transport as well as information and guidance. From the air quality monitoring and research point of view further studies and the unification of current monitoring systems as well as commitment measures for industry and energy production were suggested in this report to improve air quality.</p>			
<i>Keywords</i>	air pollution control, air quality, Pirkanmaa, air pollutants, development, state of the environment, Tampere, Valkeakoski			
<i>Financier/ commissioner</i>	Pirkanmaa Regional Environment Centre			
	ISBN 978-952-11-3603-0 (pbk.)	ISBN 978-952-11-3604-7 (PDF)	ISSN 1796-1793 (print)	ISSN 1796-1807 (online)
	<i>No. of pages</i> 67	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> public	<i>Price (incl. tax 8 %)</i> 12 €
<i>For sale at/ distributor</i>	Pirkanmaa Regional Environment Centre, P.O. Box 297, FIN-33101 Tampere, Finland			
<i>Financier of publication</i>	Pirkanmaa Regional Environment Centre			
<i>Printing place and year</i>	Juvenes Print Oy, 2009			

Tämän raportin tavoitteena oli kartoittaa ilmanlaadun tilaa Pirkanmaalla 2000 -luvulla, selvittää sen seurannan tarvetta ja esittää erilaisia kehitysehdotuksia ilmanlaadun parantamiseksi alueella. Liikenteen päästöjen havaittiin laskeneen huolimatta ajoneuvokannan sekä polttoaineenkulutuksen kasvusta. Myös teollisuuden ja energiantuotannon päästömäärien havaittiin laskeneen entisestään 2000 -luvulla huolimatta puutteista ja ongelmista päästötiedoissa. Maatalouden osalta päästöjen lasku ei ole ollut yhtä selkeää, vaan päästömäärät vaihtelivat vuosittain. Ilmanlaadun seurannan osalta tarvetta laajemmille tutkimuksille esimerkiksi bioindikaattoreille ilmeni ympäri Pirkanmaata, kun taas ilmanlaadun mittausten jatkumista toivoivat lähinnä sitä jo harjoittavat kunnat. Merkittävimmiksi päästölähteiksi kohosivat energiantuotanto ja liikenne.

Ilmanlaadun kehittämisen osalta ongelmakohtiksi raportissa nousivat liikenne, pienpoltto, maatalous, turvetuotanto, teollisuus ja energiantuotanto sekä mittausten ja tutkimusten vähäinen määrä. Kehitysehdotuksiin taas kuuluivat oleellisena osana alueidenkäyttö sekä kaavoitus, uudet päästöjen ja katupölyn puhdistustekniikat, polttoaineiden ja -laitteiden valinta, joukkoliikenteen lisäys sekä tiedotus. Mittausten ja tutkimusten osalta uudet tutkimukset ja mittausten yhtenäistäminen sekä teollisuus- ja energiantuotantolaitosten velvoitemittausten toteutus kuuluivat myös raportin esittämiin kehitysehdotuksiin.



PIRKANMAAN
YMPÄRISTÖKESKUS

ISBN 978-952-11-3603-0 (nid.)

ISBN 978-952-11-3604-7 (PDF)

ISSN 1796-1793 (pain.)

ISSN 1796-1807 (verkkoj.)